

**CONSTRUINDO O
NOVO ENSINO MÉDIO:**
PROJETOS INTERDISCIPLINARES

MAURÍCIO PIETROCOLA
(Coordenação e Autoria)

ERNANI V. RODRIGUES
(Autoria)

FÍSICA

CÓDIGO DA COLEÇÃO
0293P21733
PNLD 2021 • OBJETO 3

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO • VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO

**LIVRO DE
FORMAÇÃO
CONTINUADA**

**Ciências da Natureza
e suas Tecnologias**

FÍSICA

**LIVRO DO
PROFESSOR**

 **Editora
do Brasil**



**CONSTRUINDO O
NOVO ENSINO MÉDIO:
PROJETOS INTERDISCIPLINARES**

FÍSICA

**LIVRO DO
PROFESSOR**

**Ciências da Natureza
e suas Tecnologias**

FÍSICA

Maurício Pietrocola (Coordenação e Autoria)

Livre-docente em Educação pela Universidade de São Paulo (USP)
Doutor em Epistemologia e História das Ciências pela Universidade de Paris 7
Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP)
Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (USP)
Professor titular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP)

Ernani V. Rodrigues (Autoria)

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP)
Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes)
Licenciado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Professor de Física no Ensino Básico

1ª Edição
São Paulo, 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Pietrocola, Maurício

Construindo o novo ensino médio : projetos interdisciplinares : física / Maurício Pietrocola, Ernani V. Rodrigues ; Maurício Pietrocola (coordenação). -- 1. ed. -- São Paulo : Editora do Brasil, 2020.

ISBN 978-65-5817-258-1 (professor)

1. Ciências da natureza e suas tecnologias (Ensino médio) 2. Física (Ensino médio) I. Rodrigues, Ernani V. II. Pietrocola, Maurício. III. Título.

20-52985

CDD-530.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Física : Ensino médio 530.7

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

© Editora do Brasil S.A., 2020
Todos os direitos reservados

Direção-geral: Vicente Tortamano Avanso

Direção editorial: Felipe Ramos Poletti

Gerência editorial: Erika Caldin

Supervisão de artes: Andrea Melo

Supervisão de editoração: Abdonildo José de Lima Santos

Supervisão de revisão: Dora Helena Feres

Supervisão de iconografia: Léo Burgos

Supervisão de digital: Ethel Shuñá Queiroz

Supervisão de controle de processos editoriais: Roseli Said

Supervisão de direitos autorais: Marilisa Bertolone Mendes

Supervisão editorial: Angela Sillos

Edição: Ana Caroline S. Rodrigues Cioce, Erika Maria de Jesus, Elena Molinari, Fernando Savoia Gonzalez e Vinícius Leonardo Biffi

Assistência editorial: Rafael Bernardes Vieira e Sandra Martins de Freitas

Auxílio editorial: Luana Agostini

Copidesque: Gisélia Costa, Ricardo Liberal e Sylmara Beletti

Revisão: Amanda Cabral, Andréia Andrade, Fernanda Prado,

Flávia Gonçalves, Gabriel Ornelas, Jonathan Busato, Mariana Paixão,

Martin Gonçalves, Míriam dos Santos e Rosani Andreani

Pesquisa iconográfica: Elena Molinari e Pamela Rosa

Design gráfico: Talita Lima

Capa: Talita Lima

Imagem de capa: Vladi333/Shutterstock.com

Edição de arte: Talita Lima

Assistência de arte: Daniel Campos Souza

Ilustrações: João P. Mazzoco, Mauro Salgado, Reinaldo Vignati e Zeni Santos

Produção cartográfica: Alessandro Passos da Costa

Editoração eletrônica: JS Design

Licenciamentos de textos: Cinthya Utiyama, Jennifer Xavier,

Paula Harue Tozaki e Renata Garbellini

Controle de processos editoriais: Bruna Alves, Carlos Nunes, Rita Poliane,

Terezinha de Fátima Oliveira e Valéria Alves

1ª edição, 2020



Rua Conselheiro Nébias, 887
São Paulo/SP – CEP 01203-001
Fone: +55 11 3226-0211
www.editoradobrasil.com.br

Caro professor, cara professora

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) preconiza a formação continuada de professores como um processo permanente de aperfeiçoamento dos saberes necessários aos docentes.

O objetivo é atualizar o docente a respeito das novas tendências educacionais e práticas pedagógicas, para que ele possa apropriar-se de conhecimentos, refletir sobre suas práticas e transformar seu contexto profissional, capacitando-se para promover um ensino de qualidade para seus alunos, num contexto educacional que passa por profundas mudanças.

Este livro foi elaborado para ser um aliado efetivo do professor ao contribuir nesse processo, trazendo recursos e vivências que o ajudam a refletir sobre sua trajetória profissional e a continuar a exercer a docência de maneira cidadã plena, de acordo com os preceitos da BNCC, de modo que alcance bons resultados pessoais e profissionais e conviva solidariamente na comunidade escolar.

Assim, você tem em mãos um livro inovador que o ajudará a criar novos ambientes de aprendizagem, dando novo significado às práticas pedagógicas. Ele contém orientações para sua atuação como organizador e mediador do processo de ensino e aprendizagem e sugere caminhos para a transposição didática do conhecimento científico, a socialização do saber e a colocação do estudante na condição de protagonista de sua aprendizagem por meio da realização de projetos interdisciplinares.

Sabemos que você alcançará com êxito os objetivos educacionais com os quais está comprometido e reforçamos aqui o desejo sincero de um excelente trabalho!

Os autores

Sumário

Unidade 1 • Começo de conversa	6	Atividade 2	54
O Ensino Médio mudou... ..	7	Para saber mais	55
O Ensino Médio na sociedade contemporânea	8	Unidade 3 • O papel da Física no contexto atual	56
Alguns aspectos das mudanças	8	Como seria nossa vida sem geradores e motores elétricos?	56
O Novo Ensino Médio e o currículo	9	A invenção da Física como campo da ciência	58
A Base Nacional Comum Curricular	10	Do método à metodologia científica	58
O desenvolvimento de competências e habilidades	10	Atividade 1	59
Temas Contemporâneos Transversais	11	Problemas e problematização	60
A formação de professores e a BNCC	11	Tecnonatureza	62
Para saber mais	11	Racionalismo aplicado e natureza manufaturada	64
A formação do professor de Física para o Novo Ensino Médio	12	Vivência 1	65
A abordagem teórico-metodológica da obra	12	O saber científico na sociedade	65
Metodologia de ensino	16	Ciência como parte da sociedade	67
Participação e engajamento dos estudantes	18	A alfabetização científica	69
Desmistificando a ideia de metodologia	19	Atividade 2	70
Atividades e vivências propostas	21	Atividade 3	70
Competências e habilidades da BNCC trabalhadas nesta obra	26	Física e outras áreas do conhecimento	71
Referências comentadas	28	Vivência 2	71
Unidade 2 • De onde vim, onde estou e para onde vou	34	Atividade 4	75
O que é um projeto de vida?	35	Os fenômenos naturais e os conceitos científicos	76
A importância do professor de Física	36	Atividade 5	78
Analisar minha atuação docente e construir meu projeto de vida	38	Vivência 3	79
Vivência 1	42	Para saber mais	79
Vivência 2	43	Unidade 4 • Mediação didática da Física	80
Vivência 3	46	Transposição didática	82
Atividade 1	48	A teoria da transposição didática de Chevallard	82
Vivência 4	49	Atividade 1	88
Arte do ofício da docência ou profissão: educador	50	A perspectiva renovada da transposição didática de Clément	90
Vivência 5	50	Tradição disciplinar, formação de professores e o livro didático	92
O papel do professor e a mídiamediação	52	Para saber mais	95
Que importância tem a mídia no trabalho da escola e dos professores?	52		
Vivência 6	53		

Unidade 5 • Do conhecimento disciplinar às práticas interdisciplinares _____ **96**

Ciência ou Ciências _____ 96

A especialização do conhecimento _____ **98**

A base epistemológica dos currículos _____ **100**

O conhecimento disciplinar na raiz do enciclopedismo _____ **102**

A interdisciplinaridade nos dias atuais _____ **104**

O conhecimento disciplinar e o conhecimento por projetos _____ **107**

Práticas interdisciplinares em projetos _____ 109

Currículos disciplinares e interdisciplinaridade _____ **110**

A interdisciplinaridade e a autonomia do estudante ou profissional _____ 111

A transversalidade como forma de integração de conhecimentos disciplinares _____ **113**

Atividade 1 _____ 115

Para saber mais _____ **115**

Unidade 6 • Avançando as fronteiras disciplinares _____ **116**

Bases teórico-metodológicas dos projetos _____ 116

Alfabetização científica e conhecimento escolar _____ **118**

Uma visão ampliada dos conteúdos escolares _____ **120**

Dimensão conceitual _____ 121

Dimensão procedimental _____ 121

Dimensão atitudinal _____ 122

Integração das dimensões _____ 123

Dimensões CPA na BNCC _____ **125**

Competências e habilidades desenvolvidas nos projetos _____ 125

Atividade 1 _____ 131

Objetivos de aprendizagem _____ **132**

Avaliação _____ **134**

Processo de avaliação classificatória _____ 134

Processo de avaliação diagnóstica _____ 134

Processo de avaliação formativa _____ 134

Avaliação do processo de aprendizagem _____ 135

Como tem ocorrido o processo avaliativo nas escolas? _____ 136

Vivência 1 _____ 137

Metodologia de ensino por projetos e produção de conhecimentos interdisciplinares _____ **137**

Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) _____ 138

Estrutura dos projetos interdisciplinares _____ 140

Vivência 2 _____ 141

Avaliação numa metodologia de projetos _____ 145

Para saber mais _____ **147**

Unidade 7 • Projetos didáticos interdisciplinares _____ **148**

Parametrização de vivências interdisciplinares _____ 148

Projeto 1: Festival de cinema *stop motion* _____ **150**

Etapa 0 - Definição da situação-problema do projeto _____ 152

Etapa 1 - Sondagem inicial _____ 156

Etapa 2 - Panorama de investigação _____ 157

Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades _____ 159

Etapa 4 - Indo à prática _____ 162

Etapa 5 - Investigação disciplinar _____ 165

Etapa 6 - Organizando os conhecimentos obtidos _____ 168

Etapa 7 - Elaboração do produto solicitado _____ 169

Etapa 8 - Evento escolar: exibição das produções dos estudantes _____ 171

Para saber mais _____ 172

Projeto 2: Crise climática mundial e suas consequências _____ **173**

Etapa 0 - Definição da situação-problema do projeto _____ 175

Etapa 1 - Sondagem inicial _____ 177

Etapa 2 - Panorama de investigação _____ 179

Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades _____ 181

Etapa 4 - Indo à prática _____ 185

Etapa 5 - Investigação disciplinar _____ 187

Etapa 6 - Organizando os conhecimentos obtidos _____ 189

Etapa 7 - Elaboração do produto solicitado _____ 190

Etapa 8 - Entrega do produto _____ 190

Para saber mais _____ 192

Começo de conversa

○ Novo Ensino Médio, implementado no Brasil pela Lei nº 13.415, de 2017, apresenta uma estrutura curricular flexível, em que os componentes curriculares estão integrados por áreas, o que propicia uma abordagem sistêmica e dinâmica do conhecimento.

Assim, os conteúdos são trabalhados de uma perspectiva temática interdisciplinar, em conformidade com as culturas juvenis, de maneira que os projetos de vida do estudante, seus anseios e suas expectativas estejam em constante diálogo com os assuntos a serem desenvolvidos.



Estudantes em pátio da Escola Estadual Professora Leila Mara Avelino. Sumaré (SP), 2014.

O Ensino Médio mudou...

O Ensino Médio vem enfrentando grandes desafios nos últimos anos.

Um deles é a imensa quantidade de jovens entre 15 e 17 anos que estão fora da escola por motivos variados, como a falta de tempo por se dedicar ao trabalho como fonte de renda para si e para sua família, falta de interesse por não identificar utilidade para a aprendizagem, problemas no acesso à escola, dificuldades de aprendizagem, entre outros fatores.

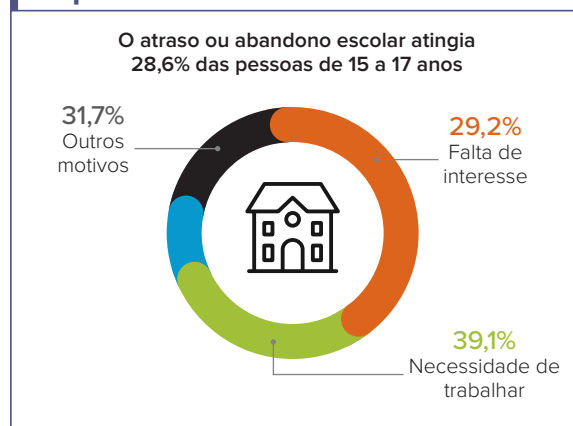
Dados da *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua* (PNAD Contínua), de 2019, revelam que o abandono escolar aumenta na transição do Ensino Fundamental para o Médio, já que o percentual de jovens que abandonaram a escola é 14,1% aos 15 anos, enquanto na faixa etária anterior, de 14 anos, o percentual é de 8,1%. Os maiores percentuais, porém, ocorrem para jovens a partir dos 16 anos, chegando a 18% aos 19 anos ou mais.

O gráfico a seguir mostra alguns motivos para a evasão escolar. Ressalte-se que entre as mulheres, destacam-se ainda gravidez (23,8%) e afazeres domésticos (11,5%).



João Prudente/Pulsar Imagens

Jovem fora da escola: um problema do Ensino Médio



Shutterstock.com/Happy Art

Fontes: PNAD Educação 2019: Mais da metade das pessoas de 25 anos ou mais não completaram o Ensino Médio. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28285-pnad-educacao-2019-mais-da-metade-das-pessoas-de-25-anos-ou-mais-nao-completaram-o-ensino-medio>; <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/17270-pnad-continua.html?edicao=28203&t=resultados>. Acessos em: 5 dez. 2020.

Outras dificuldades enfrentadas pelos jovens são o déficit na oferta de vagas, o pequeno número de escolas de tempo integral, a falta de professores e o baixo investimento nessa etapa de ensino. Assim, o Ensino Médio constitui um grande gargalo, com os maiores índices de evasão e os piores indicadores de aprendizado de toda a Educação Básica.

Esses e outros fatores apontaram a necessidade da reforma do Ensino Médio que está sendo implementada.

- Você tem discutido com os colegas professores e os estudantes as mudanças trazidas pelo Novo Ensino Médio?
- Como está se preparando para ajustar o trabalho pedagógico às demandas dessa nova proposta curricular?

O Ensino Médio na sociedade contemporânea

A escola vem passando por profundas mudanças na sociedade contemporânea, seja pela incorporação de novas ferramentas e estratégias didáticas, seja pela transformação dos espaços do conviver educativo. Nesse contexto, emergem para o professor circunstâncias profissionais características da sociedade atual que trazem desafios a serem enfrentados na tarefa de ensinar, entre elas, “o consumo em grau máximo, individualismo exacerbado, diminuição do sentimento de pertencimento social e a algo coletivo [...]” (SILVA, 2013, p. 2).

Outros desafios estão associados à disponibilidade de informações e meios de interação pela internet, que, embora por vezes saudada ingenuamente como fonte de uma revolução, frequentemente tem um efeito contrário, produzindo um excesso de informação que se manifesta na sala de aula, uma vez que estudantes trazem consigo dificuldades de discernir entre fontes e informações nas quais podem ou não depositar confiança, o que coloca mais uma demanda para a educação – a saber, preparar os estudantes para lidar com a internet e as mídias sociais (BUCKINGHAM, 2003).

Nesse contexto, este livro vem apresentar ideias e metodologias e propor discussões e vivências importantes para sua formação docente, em especial o trabalho com projetos interdisciplinares, que oferece oportunidades de discutir com os estudantes a confiabilidade das fontes de consulta e pesquisa e das informações disponíveis. Assim, eles aprendem a buscar o que necessitam saber com mais eficiência diante da grande quantidade de informação e conhecimento disponível na rede e também discernir quando podem ou não confiar no que foi levantado. Ou seja, desenvolvendo habilidades para o aprender a aprender, como propõe o Novo Ensino Médio.



O ensino híbrido, com atividades presenciais e a distância, apresenta situações vantajosas para a comunidade, mas requer um planejamento específico, impactando as atividades docentes.

Alguns aspectos das mudanças

Em decorrência da situação contemporânea e sob a influência da análise dos dados apresentados anteriormente, promoveu-se um amplo processo de reformulação dessa última etapa do Ensino Básico, com o objetivo de buscar o maior engajamento dos estudantes no próprio processo de aprendizagem, com temas mais significativos para o cotidiano deles, e a expectativa de contribuir para que aumentem a percepção de que poderão utilizar esse aprendizado na resolução dos desafios que encontram no dia a dia e na construção de seu projeto de vida, ou seja, apresentar perspectivas consistentes e animadoras para os estudantes.

Desde a Constituição Federal de 1988, que apontou para a progressiva universalização do Ensino Médio gratuito como um dever do Estado, muita atenção tem sido dispensada a essa etapa da Educação Básica, buscando fazer valer o direito ao acesso e à permanência na escola e a promoção da formação humanística e para o trabalho, conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9.394/1996.




O Novo Ensino Médio no Brasil, proposto pela Lei nº 13.415, de 2017, alterou a LDB, porém mantendo as mesmas finalidades definidas por ela para essa etapa do Ensino Básico, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio, e está de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Referenciais Curriculares para Elaboração de Itinerários Formativos. A intenção foi estabelecer uma estrutura curricular flexível, uma reorganização curricular atrelada à BNCC, que integra componentes curriculares e propicia uma abordagem sistêmica e dinâmica do conhecimento.

O Novo Ensino Médio e o currículo

O Novo Ensino Médio pretende atender às necessidades e expectativas dos estudantes, fortalecendo seu interesse, engajamento e protagonismo, visando garantir sua permanência e aprendizagem na escola. Também busca assegurar o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores capazes de formar as novas gerações para lidar com desafios pessoais, profissionais, sociais, culturais e ambientais do presente e do futuro.

Ampliando

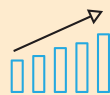


Acompanhe infográficos explicativos das mudanças do Ensino Médio no hipertexto: “Novo Ensino Médio: série de infográficos explica as mudanças”, disponibilizado no *link*: <https://porvir.org/novo-ensino-medio-serie-de-infograficos-explica-as-mudancas/>. Acesso em: 9 dez. 2020.

COMUM A TODOS OS ESTUDANTES – BNCC	FLEXÍVEL PARA ESCOLHA DE CADA ESTUDANTE
 <p>FORMAÇÃO GERAL BÁSICA</p> <p>Conjunto de competências e habilidades previstas pela BNCC, a ser desenvolvidas em no máximo 1 800 horas, das quatro Áreas de Conhecimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linguagens e suas Tecnologias; • Matemática e suas Tecnologias; • Ciências da Natureza e suas Tecnologias; • Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. 	 <p>ITINERÁRIOS FORMATIVOS</p> <p>Conjunto de situações e atividades educativas que os estudantes podem escolher em uma ou mais Áreas de Conhecimento e/ou na Formação Técnica e Profissional, com carga horária total mínima de 1 200 horas.</p>
 <p>PROJETO DE VIDA</p> <p>Capacidade do estudante de definir objetivos para sua vida pessoal, acadêmica, profissional e cidadã.</p>	 <p>UNIDADES ELETIVAS (oferta opcional)</p> <p>Ampliação de conhecimentos em áreas de interesse dos estudantes ou de relevância para a realidade local.</p>

Shutterstock.com/Momento Design

Objetivos dos itinerários formativos

Os itinerários formativos possibilitam aos estudantes fazer escolhas que irão compor seu currículo, visando aprofundar conhecimentos ou prepará-los para o mundo do trabalho. Seus objetivos são:

 <p>Aprofundar as aprendizagens relacionadas às competências gerais, às Áreas de Conhecimento e/ou à Formação Técnica e Profissional.</p>	 <p>Consolidar a formação integral dos estudantes, desenvolvendo a autonomia necessária para que realizem seus projetos de vida.</p>	 <p>Promover a incorporação de valores universais, como ética, liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.</p>	 <p>Desenvolver habilidades que permitam aos estudantes ter uma visão de mundo ampla e heterogênea, tomar decisões e agir nas mais diversas situações, seja na escola, seja no trabalho, seja na vida.</p>
--	---	--	---

Shutterstock.com/TK 1950

As práticas interdisciplinares ganham relevância no Novo Ensino Médio, mas sempre mantendo as especificidades de cada componente, no caso das Ciências da Natureza, da Química, Física e Biologia. Note-se que o prefixo **inter** aponta para algo que “está entre”, ou no “meio”, e, portanto, pressupõe a permanência dos demais elementos da relação. No contexto curricular, os componentes curriculares e suas especificidades devem estar presentes e garantidos na abordagem interdisciplinar.

Daí a lógica deste livro, que mantém a especificidade do componente curricular **Física** e, por meio de uma metodologia de projetos, avança na construção da interdisciplinaridade e da integração dos componentes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com protagonismo e autonomia dos estudantes em seus processos de aprendizagem.

A Base Nacional Comum Curricular

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define as aprendizagens essenciais que todos os jovens precisam desenvolver. A BNCC não é currículo, mas foi elaborada a fim de servir de referência para a reorganização dos currículos regionais da Educação Básica, isto é, desde o Ensino Infantil até o Ensino Médio. Ela orienta professores e demais responsáveis pela educação escolar nas escolhas relacionadas à aprendizagem dos estudantes, visando favorecer sua preparação para atuarem no mundo contemporâneo, assumindo postura consciente e participativa, tomando decisões responsáveis e fortalecendo a cultura da paz.



Jovens em atividade em grupo.

Daniel M. Ernst/Shutterstock.com

Ampliando

A BNCC reúne as aprendizagens essenciais aos estudantes brasileiros.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 nov. 2020.

O desenvolvimento de competências e habilidades

A BNCC propõe o desenvolvimento pleno de dez competências gerais que consolidam os direitos de aprendizagem e desenvolvimento no âmbito pedagógico. Elas são orientadas por “princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva e por conhecimentos, habilidades, atitudes e valores essenciais para a vida no século XXI.

O desenvolvimento pleno dessas competências gerais está associado ao desenvolvimento de competências específicas das diversas áreas, entre elas, a de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

As competências gerais dizem respeito à formação integral dos estudantes e estão relacionadas tanto a seu desenvolvimento cognitivo quanto ao socioemocional. Já as habilidades se relacionam ao “saber fazer” e indicam o que os estudantes são capazes de aprender e desenvolver. Elas são associadas a ações como identificar, associar, analisar, investigar, argumentar, criar, entre outras. Também podem ser entendidas como objetivos de conhecimento, ou seja, aquilo que se espera do estudante e de seu desenvolvimento ao final do Ensino Médio.

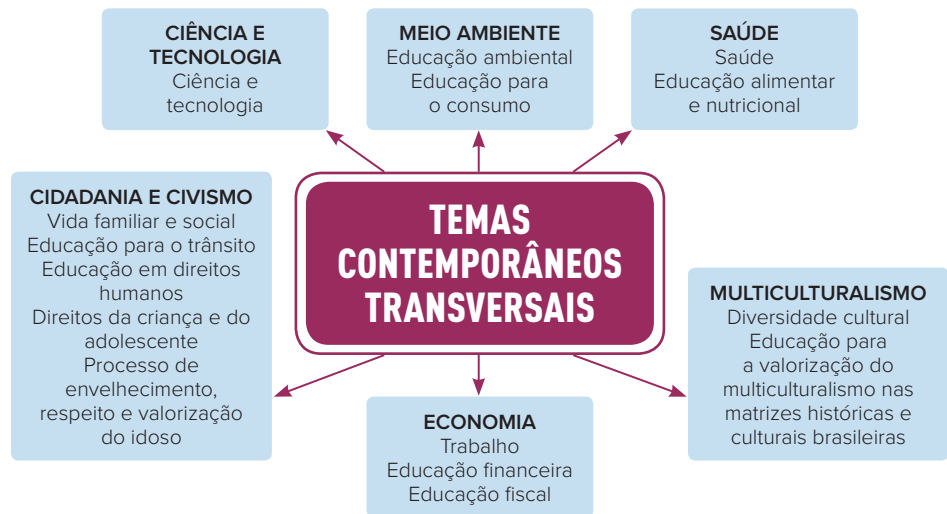
Temas Contemporâneos Transversais

Os Temas Contemporâneos Transversais (TCT) englobam assuntos importantes para a formação cidadã dos estudantes por afetarem diretamente a sociedade contemporânea e perpassarem todas as áreas do conhecimento. Por se tratar de questões socioambientais, abrem caminho para diversas problematizações.

O trabalho com os TCT é fundamental para ultrapassar o isolamento das disciplinas. Nos projetos propostos neste livro, consideramos os TCT que são tipicamente vinculados ao ensino de Biologia e, com base neles, propusemos a realização de projetos interdisciplinares.

A transversalidade se dá pela importân-

cia das diferentes áreas do conhecimento para analisar, tomar decisões e atuar sobre essas questões, que podem envolver a proposição de soluções, a estimativa de riscos, a previsão de impactos, entre outras.



Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Temas contemporâneos transversais na BNCC: propostas de práticas de implementação*. Brasília, DF: MEC; SEB, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 28 nov. 2020.

A formação de professores e a BNCC

A BNCC traz desafios importantes para a docência e para a formação de professores, requerendo a adoção de novas posturas e metodologias.

Faz-se necessário refletir sobre as próprias práticas e promover mudanças, quando necessárias, dado que um desafio da BNCC é o trabalho pedagógico por áreas de conhecimento. Acompanhando a perspectiva de intensificação de atividades interdisciplinares nas escolas, a formação dos professores deve extrapolar a perspectiva disciplinar para satisfazer a concretização dessa nova abordagem.

De maneira geral, para implementação da BNCC no Ensino Médio será necessário que o docente conheça as referências empregadas para a reelaboração curricular; promova a adequação de projetos pedagógicos e práticas de ensino; encontre formas de utilizar os materiais didáticos para dar conta dos temas, dos conhecimentos, das competências e das habilidades preconizadas na BNCC; introduza práticas de utilização de tecnologias digitais; e adapte a avaliação e o acompanhamento da aprendizagem.

Para saber mais

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Referenciais curriculares para a elaboração de itinerários formativos*. Brasília, DF: MEC; SEB, [201-]. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/DCEIF.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

Documento com diretrizes curriculares para os itinerários formativos propostos no Novo Ensino Médio.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Guia de implementação do Novo Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC; SEB, [2018]. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/Guia.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2020.

Documento que apresenta os principais conceitos do Novo Ensino Médio.

A formação do professor de Física para o Novo Ensino Médio

Passamos a apresentar as principais referências metodológicas que embasaram a concepção da obra. Lembramos que ela estimula o pluralismo de ideias e o debate sobre diferentes concepções.

A obra oferece subsídios aos professores de Física, para sua formação conceitual e seu trabalho pedagógico com os estudantes, na perspectiva do estabelecimento de um currículo integrado na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que envolve o trabalho do professor de Física para além dos limites estritos de suas fronteiras disciplinares e também com seus pares, professores de Biologia e Química.

Para isso, foram consideradas as quatro dimensões (ao lado) para reflexões e aprendizagens, importantes para o contexto de ensino e aprendizagem no âmbito da BNCC (BRASIL, 2018).

Por meio de leituras, reflexões, atividades e vivências propostas para serem feitas individualmente, em dupla ou em grupo, você terá a oportunidade de desenvolver-se em todas essas dimensões.

As unidades do livro oferecem uma perspectiva que parte da valorização de alguns aspectos da Física como disciplina e caminha na direção de mostrar os seus limites, a origem da tradição disciplinar na área científica e novas possibilidades de trabalho interdisciplinar. Algumas unidades tratam prioritariamente uma das dimensões ao lado, mas de modo geral a obra tem uma organicidade, visando oferecer as bases para uma ressignificação do ensino de Física com vistas a um ensino das Ciências da Natureza integrado.

A obra contribuirá para que o professor seja capaz de correlacionar os objetos específicos de sua disciplina com os demais objetos da sua área de conhecimento. Os textos apresentados para leitura e reflexão e as atividades propostas trarão ao professor oportunidades de estabelecer formas de representar, formular e expor o conjunto desses objetos do conhecimento de modo compreensível para os estudantes, bem como o capacitará a trabalhá-lo pedagogicamente adotando estratégias de ensino e atividades adequadas.

Serão realizadas reflexões e ações visando adaptar esses objetivos a uma progressão que atenda à realidade de sua comunidade escolar e considerando os aspectos que facilitam ou dificultam, para seus estudantes, a aprendizagem de Ciências da Natureza nesse novo contexto integrado por área.

Acompanhe, nos próximos tópicos, a apresentação das abordagens teórico-metodológicas adotadas pela obra em cada dimensão.



A abordagem teórico-metodológica da obra

Se nos perguntarmos quais são os fatores mais influentes no modo de vida atual, não será difícil concordar que o conhecimento tem sido o fator que melhor define a nossa sociedade. Essa tendência à valorização do conhecimento tornou-se clara desde, pelo menos, o final do século XVII, quando a ciência e a tecnologia passaram a moldar as formas de produção e o relacionamento entre as pessoas. Surge então a dita Sociedade Moderna, cujo desenvolvimento vai passar a ser completamente interconectado com aquele da ciência e da tecnologia.

Seguindo as ideias do filósofo René Descartes (1590-1650), os iluministas consolidaram uma forma de estudo e investigação que organiza o conhecimento do mundo natural e humano em suas partes, o que gerou ganhos tanto em termos de precisão como de coerência e ofereceu um caminho em direção à segurança **epistemológica** (DARNTON, 1979).

GLOSSÁRIO **Epistemologia:** (do grego *episteme*: ciência, e *logos*: teoria) campo da filosofia que investiga as bases do conhecimento em geral, e do científico em particular, como princípios, hipóteses e teorias das diferentes ciências, avaliando o alcance e a validade, as ideias filosóficas a que ele se relaciona, como empirismo e racionalismo, a história da construção dos conhecimentos; pode-se simplificar dizendo que é uma teoria geral do conhecimento.

A especialização crescente fortaleceu as comunidades de especialistas capazes de estabelecer parâmetros regulando a atuação de seus membros. Essas comunidades passaram a ser as bases de produção do conhecimento, caracterizadas pelo físico estadunidense Thomas Kuhn (1922-1996) como áreas de conhecimento **paradigmáticas** (KUHN, 1997). Assim, grande parte do conhecimento produzido a partir do século XVIII se organiza em disciplinas que incorporam conhecimentos estáveis. A Matemática, a Física, a Geografia, a Química, a Filosofia e a Biologia são formas de conhecimento disciplinar produzidas por especialistas que partilham linguagem, enfoque, objetos e métodos de pesquisa em comum.

GLOSSÁRIO **Paradigma:** conceito usado por Thomas Kuhn para indicar como o campo de pesquisa se forma com base em algumas ideias de fundo não questionadas e que servem como marcos na formulação de problemas e na busca de respostas a eles. Por exemplo a Mecânica, ideia de que o mundo físico poderia ser explicado pela interação de forças entre corpos dotados de massa, foi um paradigma importante na Física do século XVII. Por um lado, ao não ser questionado, o paradigma concentra os esforços de todos da comunidade numa mesma direção de pesquisa. Por outro lado, um paradigma só é derrubado numa situação de crise, chamada por Kuhn de revolução científica, que é o momento em que se substitui um paradigma por outro.

Hoje sabemos definir quem são os especialistas para cada tipo de problema. Biólogos são chamados para tratar da maneira pela qual vivem os seres vivos; químicos nos informam sobre a composição da matéria; físicos sobre as origens do Universo.

A força da especialização do conhecimento também se faz presente na escola. A organização atual do currículo escolar mantém a mesma base dessa tradição disciplinar do conhecimento. De modo genérico, comungam dos mesmos valores, dos mesmos conteúdos e dos mesmos métodos das áreas de referência. Principalmente as disciplinas científicas na escola, mantêm uma proximidade grande com as características das respectivas áreas de conhecimento, num processo conhecido por *Transposição Didática* (CHEVALLARD, 1991). De certa maneira, conteúdos, estratégias de ensino, avaliações e outros elementos das disciplinas científicas escolares foram moldadas ao longo dos anos tomando as disciplinas de conhecimento científico como uma de suas referências mais importantes.

Porém, a sociedade mudou! Desde meados do século XX, uma nova forma de produzir conhecimento tem modificado nossas relações com o consumo, com o meio ambiente e com as outras pessoas. Isso colocou em xeque a perspectiva exclusivamente disciplinar do conhecimento e a necessidade de fazer uma **problematização do isolamento disciplinar**. Esse conhecimento é dito *conhecimento por projetos* (FOUREZ, 1994) e está na base de todas as tecnologias que vêm transformando a sociedade contemporânea. Desde o lançamento do primeiro satélite ao espaço até a criação da internet, o conhecimento baseado em projetos tem oferecido soluções aos anseios e necessidades sociais.

Se ciência e tecnologia foram as bases da sociedade a partir do século XVIII, o que mudou desde a introdução das máquinas térmicas nas formas de produção nas fábricas inglesas? Passamos a aliar a capacidade criativa dos técnicos (o engenho, no sentido de pessoas engenhosas) com o conhecimento disciplinar, e essa combinação foi poderosa em alterar a ordem das coisas no mundo, como ser capaz de plantar frutas no deserto, armazenar todas as informações produzidas até o início do século XX em 1 cm² de um semicondutor e transmitir informação num feixe de luz.

Área de conhecimento em foco

A forma de conhecer de modo integrado os fenômenos da esfera das Ciências da Natureza, proposta pela BNCC (BRASIL, 2018), é algo novo nos currículos de nossas escolas. Vários autores da área da Educação têm deixado claro que as disciplinas escolares não podem ser reduzidas ao domínio do conhecimento disciplinar (SANTOS, 1989; MARTINAND, 2003; ASTOLFI; DEVELAY, 1995; FOUREZ, 2003; FLORENTINO; RODRIGUES, 2015).

Nesse sentido, eles advogam que os currículos podem incluir outras formas de conhecimento, além do conhecimento disciplinar, pois os conteúdos escolares são construções didático-pedagógicas que visam prover os indivíduos de meios para terem uma vida plena e atuante na sociedade.

Assim, se o conhecimento disciplinar tem o mérito de ser um conhecimento seguro de si, por estar baseado na experiência sistematizada, no contraditório, nos testes e retestes e aberto às reformulações feitas pelos cientistas, ele também tem aspectos limitadores. Essas limitações acabam por reduzir também o alcance dos currículos escolares que se fundamentam apenas numa perspectiva disciplinar.

Uma das características mais marcantes do ensino disciplinar é que seu principal objetivo é oferecer ao estudante a visão de mundo idealizada pela área de conhecimento. Numa aula de Física, por exemplo, oferecem-se os instrumentos conceituais, a linguagem, as técnicas, e se ensinam as relações entre elas. Isso se configura como um verdadeiro processo de “iniciação” a tudo aquilo que define o mundo disciplinar da Física. Isso também poderia ser dito de uma aula de Química, de Biologia ou de Filosofia.

O objetivo do ensino disciplinar acaba por ser um processo de levar os aprendizes a adentrar o mundo de conhecimento da disciplina, implicando um distanciamento do mundo vivencial e cotidiano (BACHELARD, 2005). A porta de uma casa se transforma num retângulo cuja área pode ser calculada pela multiplicação de sua altura pela largura. Um cachorro se transforma em um mamífero, e a luz do Sol, em raios de luz. Nisso reside o poder e a fragilidade do ensino disciplinar. O preço da precisão e da consistência oferecida pelo pensamento disciplinar é um certo distanciamento do mundo cotidiano imediato. Troca-se um mundo de coisas reais por um mundo de objetos idealizados, regidos por regras claras e precisas.

A força da nova matriz de conhecimento da sociedade contemporânea se baseia na ideia de que para abarcar as questões de relevância na atualidade necessita-se de uma abordagem que integre conhecimento de várias áreas. Em outras palavras, os temas mais importantes são aqueles que mesclam aspectos sociais, científicos, tecnológicos e ambientais (CTSA na sigla mais popular) ou em que as questões sociocientíficas (QSC, também uma sigla muito usada) deveriam nortear parte da construção dos currículos (MORIN 2002).

O ensino por projetos e a interdisciplinaridade

Como escrevemos, existe outra forma de conhecimento sobre o mundo além daquela disciplinar. No lugar de transformar os objetos do mundo de forma a integrá-los ao universo disciplinar, é possível proceder de maneira inversa, ou seja, manter a especificidade e complexidade das questões do mundo contemporâneo e produzir um projeto que integre conhecimentos disciplinares na busca de soluções.

Os conhecimentos produzidos em projetos têm reduzida expectativa em relação às características que foram determinantes na formação do conhecimento disciplinar. Busca de modelos cada vez mais sofisticados, consistência entre as diversas áreas de conhecimento, validade ampla no tempo e no espaço, capacidade preditiva são deixados num segundo plano em comparação com outras características, como em prol de representações que incorporem soluções para os problemas reais.

Por um lado, no interior do conhecimento disciplinar se constroem representações idealizadas às custas de limitações da representação do mundo. Por outro lado, no conhecimento por projeto procede-se de forma inversa, limitando-se o potencial dos conhecimentos teóricos e visando a representações mais fidedignas do mundo. Engenheiros, farmacêuticos, médicos e outros profissionais procedem dessa forma, pois eles são produtores de conhecimentos por projetos, já que não podem (e não devem) criar idealizações excessivas sobre o domínio do mundo em foco (os artefatos tecnológicos, os medicamentos e os doentes). O conhecimento encerrado nessas especialidades não é do mesmo tipo daqueles presentes nas áreas de conhecimento disciplinar (FOUREZ, 1994).

Em geral, o conhecimento por projeto não é estável nem exato, sendo determinado pelo contexto em que é produzido. Na execução de um projeto devem-se adequar situações variáveis impostas pelas condições nas quais se trabalha. Dois projetos com objetivos semelhantes, desenvolvidos por um mesmo grupo em lugares diferentes produzirão resultados diferentes. Na realização de um projeto, muitos conhecimentos são integrados para sua plena conclusão. Por isso, a maioria dos projetos requer uma abordagem multidisciplinar e as representações produzidas no seu interior têm caráter interdisciplinar.

Grande parte das necessidades das pessoas no cotidiano é revestida desse caráter prático. Elas precisam produzir soluções capazes de lidar com essas necessidades.

Ressignificando o “ser professor de Física”

Diante do contexto fortemente disciplinar instalado no universo escolar, é ilusório esperar que práticas interdisciplinares possam, espontaneamente, fazer parte do cotidiano de um professor do Ensino Médio.

Os professores de Física que se formaram na perspectiva disciplinar, em geral, sentem-se desconfortáveis fora dos limites estritos da área disciplinar, na qual aprenderam a se articular, em consequência natural de sua formação tradicional. Por isso, faz-se necessária a inclusão de abordagens que permitam a extrapolação das fronteiras disciplinares e que, ao mesmo tempo, ancoram o processo de ensino e aprendizagem em demandas que se objetivam no mundo. Isso sem reduzir o ensino àquilo que está no mundo como algo prático e objetivo, mas sim incluindo essas características como eixo em torno do qual a interação entre conhecimentos das diferentes disciplinas orbita.

Dessa forma, uma das principais necessidades é que o professor reflita sobre como percebe sua atuação como professor da Educação Básica, quais seus objetivos profissionais e como está inserido na comunidade escolar. Isso implica um processo de **Conhecimento de si, do outro e do nós**. É o momento de tomar consciência de nossas forças como educadores formados para educar dentro dos limites estritos das disciplinas. E isso não deve ser visto como algo de menor valor. Pelo contrário, dominar os aspectos das disciplinas científicas envolveu muito esforço e dedicação, tanto em aprender os conceitos, leis, princípios e demais características da Física quanto em ensinar esses mesmos conteúdos na escola. Mas devemos também reconhecer que esta nova matriz de conhecimento por projeto ainda se encontra fora dos cursos de formação inicial e continuada de professores. Assim, uma vez que é impossível separar quem somos enquanto professores e quem somos enquanto pessoas, e ainda considerando que a grande maioria de nós foi formada para lidar com o conhecimento dentro dos limites estritos das disciplinas, faz-se necessário entender profundamente quem somos para, somente então, repensarmos os professores que somos.

É aí que um mergulho em nós mesmos se transforma em importante ação para o entendimento de quem somos e por que somos como somos em nossas salas de aula. Mergulhando em nós mesmos, podemos vislumbrar potencialidades para atuarmos em nossas escolas de maneira mais significativa,

tanto para nossas vidas quanto para nossos alunos e nossa sociedade. Mas esse mergulho demanda algum tipo de organização de nossas ideias e de informações sobre nossas trajetórias, de maneira que possamos visualizar com alguma objetividade onde estamos e onde queremos estar, em nossa condição de professores. Essa organização sistematizada nos ajuda a selecionar nossas potencialidades e a construir planos individuais de ação que nos permitam criar mais sentido em nossas carreiras; chamamos isso de *Miniprojeto de vida do professor*.

Um projeto de vida vai muito além de auxiliar nossa definição individual de metas. Em um projeto de vida, podemos avaliar como nossas características fazem de nós quem somos e como potencializá-las para que promovamos uma vida que seja, tanto no âmbito profissional quanto no individual, mais plena. Assim, considerando nossa maneira de lidar com as mudanças profissionais, com nosso entorno, com nossas emoções, com nossas fraquezas e forças, com nossos desejos e interesses, podemos buscar uma sobreposição saudável entre aspectos da escola e do “eu”. Por exemplo, interesses pessoais que aparentemente não dialogam diretamente com a sala de aula podem ser um elemento que, eventualmente trazido à nossa atuação profissional, fazem-nos ver um novo sentido em nossa carreira de professores.

É claro que, uma vez atuando em escolas, estamos em uma esfera institucional estruturada e, como participantes dessa esfera, temos obrigações e responsabilidades a cumprir. O desenvolvimento que se propõe de aspectos para o projeto de vida do professor visa à construção de ferramentas mentais, sociais e emocionais que possibilitem lidar com a carreira docente considerando-a maior que um conjunto de obrigações e responsabilidades. O que se busca é o entendimento claro e objetivo de que a parte operacional e burocrática da atuação docente é somente um dos muitos aspectos do *ser professor*. Quem vive a carreira docente desempenha uma missão de alta relevância social, mesmo que muitas vezes estejamos ocupados demais para perceber isso. Pensar um projeto de vida nos ajuda a detectar aspectos pessoais, culturais e sociais desse pertencimento. E, uma vez percebidos esses aspectos, o sentido da docência se torna mais amplo e pleno para nós. E isso impacta nosso jeito de ser, de projetar nossa carreira, de nos relacionarmos com a comunidade e com o contexto escolar, por exemplo, formas de mediação no processo de ensino e aprendizagem e de avaliação dos estudantes.

Repensar as estratégias de ensino e a avaliação

Um aspecto que merece atenção especial dos professores é que as mudanças na forma de conceber o conteúdo escolar acabam por exigir uma resignificação de todo o processo de ensino-aprendizagem. Isso irá requerer uma nova perspectiva metodológica e, em particular, **repensar os processos de avaliação, mapeando novos processos**. A avaliação mais vista como “medida de chegada”, como forma de aferir a retenção de conteúdos ou a capacidade de reproduzir tarefas, é uma concepção *somativa* da avaliação (PERRENOUD, 1999; LUCKESI, 2015).

Nessa perspectiva, a avaliação sofre duas limitações que comprometem o ensino por projetos. A primeira delas seria a limitação a uma informação que se obtém no final do processo de aprendizagem, momento em que há muito pouco a ser feito para corrigir, complementar ou realinhar o ensino. A segunda delas é ligada a uma versão limitada do que seria o conteúdo escolar. O conteúdo escolar acaba por ser reduzido a sua dimensão conceitual.

Para poder lidar com o ensino-aprendizagem numa perspectiva de conhecimento por projeto é preciso ampliar essa concepção de conteúdo escolar, incluindo aspectos que dizem respeito aos conteúdos como *processo e como atitude* (COLL *et al.*, 1992; ZABALA, 2010; e CONRADO; NUNES-NETO, 2018). A possibilidade de conceber o conteúdo escolar nessas três dimensões tira o foco dos conteúdos que os estudantes são capazes de saber, levando-o para aquilo que eles podem, além de saber, saber fazer e para a reflexão sobre os efeitos do que fizeram.

Num ensino por projeto, abre-se a possibilidade para tratar não apenas do conhecimento em seu estado estático (conceitual), mas de como estudantes operam com os conhecimentos em situações de relevância social e individual. Esse é o objetivo perseguido nas orientações mais contemporâneas dos currículos, definidas em termos de competências e habilidades (vide a BNCC e as competências gerais e específicas para o ensino das ciências), em que se pretende: “construir e aplicar procedimentos de avaliação formativa de processo ou de resultado que levem em conta os contextos e as condições de aprendizagem, tomando tais registros como referência para melhorar o desempenho da escola, dos professores e dos alunos” (BRASIL, 2018, p. 18).

Assim, o processo avaliativo que se alinha com esta perspectiva não somativa e ampliada do conteúdo escolar deve ser capaz de acompanhar os estudantes ao longo do processo formativo em direção às competências e habilidades desejadas, possíveis de serem adquiridas pelo domínio do conteúdo conceitual, procedimental e atitudinal. A aprendizagem seria então um processo regulador do ensino com foco no desenvolvimento formativo dos alunos.

Metodologia de Ensino

Para entender as possibilidades da Física, como **área de conhecimento em foco** no novo projeto formativo dos estudantes, é necessário fazer uma **problematização da interdisciplinaridade** e de sua integração na sala de aula.

A abordagem metodológica adotada nesta obra é baseada nos trabalhos de Gerard Fourez sobre ensino por projetos interdisciplinares. Trata-se de uma metodologia dita de construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIRs) (FOUREZ, 1994).

Essa metodologia se encontra na perspectiva da alfabetização científica e técnica, tendo como objetivo principal desenvolver a capacidade de compreender e/ou construir representações teóricas sobre “problemas verdadeiros”. Entenda-se por problemas verdadeiros aqueles que se conectam ao mundo vivencial imediato dos estudantes; são elaborados em contextos multifacetados, com várias abordagens possíveis, linguagens diferentes, atravessados por dilemas de ordem ética e moral de valores e sujeitos a soluções não triviais e não consensuais.



A compreensão de problemas do cotidiano, conectados ao mundo vivencial, pode ser encaminhada por meio de diferentes abordagens.

Ao utilizar problemas do cotidiano como fio condutor ao trabalho em sala de aula, fica determinada uma transposição didática que não tem o conhecimento disciplinar como referência exclusiva. Os critérios sobre o corpo de conhecimento a ser trabalhado são determinados no interior do projeto e devem satisfazer às seguintes questões: O que ele representa? Para o que e para quem ele se destina? O projeto e o contexto ficam claramente definidos quando a situação para a qual se deseja construir uma representação é expressa por meio de uma questão ou da descrição da situação-problema.

De maneira geral, a metodologia de ensino por projetos está sintonizada com a BNCC, pois oferece meios de “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares [neste caso, de Física], identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com **base na realidade do lugar e do tempo** nos quais as aprendizagens estão situadas” (BRASIL, 2018, p. 16, negrito acrescentados ao original).

Essa metodologia se desenvolve em três grandes blocos, subdivididos em etapas:

I. apresentação e apropriação do problema

Nesse bloco, parte-se do levantamento de perguntas que a equipe tem a respeito da situação-problema. O refinamento das questões levantadas, a definição do caminho para buscar as respostas, a definição dos participantes e o levantamento de normas e restrições relativas ao problema ocorrem no “panorama espontâneo”.



A participação dos estudantes na elaboração de questões a respeito do problema é uma condição importante para o engajamento deles no projeto.

II. desenvolvimento dos conhecimentos necessários para a solução do problema

Com base nas decisões tomadas, pode-se consultar especialistas que possam auxiliar a responder

às dúvidas da equipe. Isso pode ser feito investigando-se equipamentos, visitando locais que tenham relação com a situação, permitindo que o grupo deixe de pensar apenas teoricamente. Com o amadurecimento das questões que devem ser respondidas para resolver a situação, o grupo irá explorar os conteúdos, pela abertura aprofundada de algumas caixas-pretas, para buscar princípios disciplinares, em que especialistas externos ao grupo podem ser convidados a assessorá-lo.

III. elaboração do produto que é a resposta ao problema proposto

Trata-se de um momento de avaliação parcial do trabalho, no qual o grupo realiza uma esquematização da situação, buscando verificar os avanços e as correções necessárias. Isso propicia que a equipe possa então dar o passo seguinte, que é avaliar a sua capacidade de autonomia pela possibilidade de abertura de caixas-pretas sem consulta a especialistas.

Realizadas as correções necessárias, a equipe passa à elaboração da síntese da ilha de racionalidade por meio da qual é produzido o resultado da atividade, na forma de produto (um texto, cartaz, vídeo, *software*, relatório ou outro produto), divulgando o produto obtido como resposta para a comunidade escolar ou do entorno.



Finalmente, o objetivo deste livro é mobilizar os professores de Física a incluírem em seu projeto pedagógico um espaço para o conhecimento por projetos. Isso exigirá uma mudança na forma de conceber o conhecimento científico, os objetivos da educação científica e os processos de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza. Não se trata de tarefa simples, mas com certeza trará muita satisfação de potencializar o ensino de Física como agente de transformação dos estudantes em cidadãos ativos na execução de seus projetos de vida pessoais e comunitários.

Participação e engajamento dos estudantes

A falta de interesse pelo ensino em geral e pelo ensino de Ciências em particular não é um fenômeno restrito ao nosso país. Em todo o mundo, professores e pesquisadores têm relatado o declínio do número de estudantes que se interessam pelas áreas científicas. Por exemplo, o relatório A “State of the nation” Report 2008, da Royal Society, mostrou que existe um acentuado desinteresse dos estudantes do Reino Unido pelas aulas de Ciências.

Claramente esse é um problema complexo e que não pode ser interpretado como resultado de apenas um aspecto. Porém, uma pesquisa desenvolvida por Hampden-Thompson e Bennet (2011) mostrou que grandes níveis de motivação e satisfação, bem como de orientação para a continuidade dos estudos científicos, estão presentes em classes nas quais os estudantes relatam alto nível de interação, atividades

participativas do tipo “hands-on” (mãos na massa) e a abordagem de aplicações das ciências a problemas concretos próximos de sua experiência. Essa e outras pesquisas, por exemplo, de Olitsky e Milne (2012), oferecem *insights* sobre elementos fundamentais nas aulas de Ciências: engajamento e participação.

Quem já esteve numa sala de aula sabe bem como é ensinar numa turma engajada e participativa. A aula parece que flui e o tempo passa voando. No entanto, falar de engajamento é mais fácil do que explicá-lo, por ser uma noção muito ampla e muitas vezes difícil de ser definida. Fredricks, Blumenfeld e Paris (2004) a definem com base em três dimensões: **comportamental, cognitiva e emocional**.

A primeira delas se refere às ações que os estudantes realizam na sala de aula, por exemplo, quando há um tempo dedicado às atividades em grupo. A dimensão cognitiva está associada com o esforço dos estudantes para entender conceitos complexos e dominar habilidades difíceis. Finalmente, o engajamento emocional se manifesta nas reações e nos interesses dos estudantes em relação aos colegas, professores, conteúdos curriculares, escola e atividades extraclasse.

Se tomarmos essa definição de engajamento, veremos que aquilo que se consegue em algumas classes é uma mistura equilibrada dessas três dimensões do engajamento. E nem sempre todos os estudantes demonstram engajamento da mesma forma. Alguns são mais afeitos ao engajamento emocional, outros, ao engajamento cognitivo, e outros ainda, ao engajamento comportamental.

Claramente, saber que o engajamento é um aspecto desejável na condução de nossas aulas já é de muito valor para nós, professores. Alguns podem acreditar que engajamento em aulas de Ciências é algo mais raro de acontecer do que em outros componentes curriculares, como Arte ou Educação Física. Mas isso não é verdade! As aulas de Ciências podem engajar os estudantes, pois o estudo de Ciências pode ser muito amplo e diversificado. As escolhas do professor em relação ao que ensinar e ao que aprender são determinantes do nível de engajamento dos estudantes. É parte do campo de tomada de decisão docente definir o que será objeto de ensino e aprendizagem e quais metodologias serão colocadas em prática para alcançar os objetivos.



Em outra perspectiva, Etienne Wenger (1998) fala de engajamento com base nas **comunidades de prática**, nas quais a aprendizagem ocorre por participação social – o sujeito aprende quando sai de uma posição periférica para uma participação central nas práticas da comunidade, aumentando o domínio sobre os repertórios que são de interesse de todos no grupo. Uma participação é periférica quando o sujeito ainda não domina os elementos da prática no mesmo patamar que outros membros mais centrais da comunidade, num dado momento histórico. Se essa participação periférica for considerada legítima pela comunidade, o acesso ao repertório de conhecimentos, ações, atitudes da comunidade será permitido ao sujeito, e graças a esse acesso ele poderá aprender por meio da participação na prática.

O domínio de conhecimentos e o engajamento na prática são elementos essenciais para a configuração de uma comunidade. Trazendo isso para a sala de aula, podemos dizer que a aprendizagem dos objetos de conhecimento estudados pelos alunos depende do tipo de participação e engajamento que eles têm nas atividades e do acesso dado ao repertório dos conhecimentos pela mediação do professor. Assim, é desejável que sejam criadas estratégias para promover o engajamento e a participação ativa dos alunos nas atividades propostas pelo professor, bem como que este faça uma mediação apropriada da relação dos estudantes com o conhecimento compartilhado.

Para Wenger (1998), a participação dos membros de uma comunidade pode se tornar cada vez mais central pelo engajamento mútuo, que envolve relações de corresponsabilidade, por meio das quais cada participante se envolve na prática de um jeito próprio, mas em conexão significativa com os demais participantes, ocupando um lugar que é único e produtivo para as ações da comunidade e ganhando uma identidade dentro dela. Em uma sala de aula, isso implica planejamento de atividades nas quais os alunos possam trabalhar e interagir em grupos ou em dinâmicas, fazendo tarefas que possibilitem a troca de conhecimentos e experiências, estando cada um consciente do seu papel e das responsabilidades que assumem diante dos colegas, a despeito de suas diferentes formas de aprender e de ser. Assim, o engajamento requer interação, responsabilidade compartilhada e posicionamento próprio diante das atividades a serem realizadas, e convida todos para que empreendam aprendizagens amplas, que incluem respeito ao outro, colaboração, diálogo, negociação, organização e ação.

Desmistificando a ideia de metodologia

Um dos aspectos que diferencia o professor experiente do professor iniciante é o repertório didático de saberes e estratégias de ensino e aprendizagem.

O repertório didático não se limita ao conteúdo que se pretende ensinar. No caso do professor de Ciências da Natureza, não se limita aos conhecimentos das Ciências em si mesmas, pois envolve também as atividades didáticas que dão suporte ao que será feito em sala de aula. Um jogo, um experimento, um projeto a ser realizado em grupo, uma lista de exercícios, uma dramatização ou uma pesquisa são estratégias que permitem oferecer os meios para que os estudantes se apropriem de determinados conteúdos. De maneira geral, as estratégias de ensino aplicadas a um tipo de conteúdo a ensinar (e aprender) definem uma metodologia de ensino e aprendizagem e orientam o professor nas ações que podem contribuir para que os estudantes aprendam.

Existem muitas maneiras de classificar as metodologias de ensino e aprendizagem. Assim, muitas são as denominações que vêm sendo dadas a metodologias de ensino: passivas, ativas, transmissivas, tradicionais, inovadoras, progressistas e outras.

Um primeiro ponto importante a destacar é o que chamamos metodologias. Muitas vezes, referimo-nos a elas considerando-as de forma simplista um conjunto de etapas, passos ou técnicas que, como se fossem “varinhas mágicas”, haveriam de resolver todas as dificuldades do ensino-aprendizagem.

Metodologias de ensino voltadas para o engajamento e a participação do estudante, no sentido colocado anteriormente, e que promovam uma aprendizagem ampla nas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais, devem ir muito além dessa visão instrumentalista. Em geral, as metodologias estão associadas a perspectivas e expectativas que temos sobre a ação educacional. Dessa forma, a fim de proporcionar condições para uma formação integral, científica, cidadã, crítica e transformadora dos estudantes, devemos cuidar bem das nossas metodologias.

Neste livro, utilizamos uma classificação das metodologias em passivas, ativas e participativas (ARAÚJO, 2017). As metodologias são consideradas passivas quando têm como perspectiva pedagógica uma ação docente na qual os conhecimentos são transmitidos unilateralmente pelo professor aos estudantes, que são colocados, então, na posição passiva de receptores dessa ação. Na direção contrária, as metodologias ativas têm como foco a posição ativa dos estudantes na construção do conhecimento e, em algumas apropriações, conferem uma autonomia exagerada ao papel do estudante na aprendizagem, em detrimento do importante papel docente nesse processo. Podemos dizer que, enquanto as metodologias passivas são centradas no professor, as ativas são centradas nos estudantes.

Metodologias participativas são ativas no sentido de que colocam o estudante numa posição na qual suas ações serão centrais para a aprendizagem, mas não centram o processo pedagógico exclusiva ou principalmente no estudante, atribuindo grande importância à mediação do professor. Em metodologias ativas e participativas, o conhecimento, do qual os estudantes se aproximam por meio de ações mediadas pelo professor, coloca-se como foco central.

Neste livro, adotamos uma pedagogia de ensino por projetos didáticos, como metodologia ativa e participativa, que confere ao **conhecimento** a ser ensinado (e aprendido), às ações dos **estudantes** e à mediação do **professor** papéis centrais no processo de ensino e aprendizagem.

Projetos didáticos se alinham a visões socioconstrutivistas ou sociointeracionistas que, em termos gerais (e sem tentar dar conta de sua diversidade), consideram não ser possível a transmissão de conhecimentos entre sujeitos, o que implica um papel ativo do estudante na construção de seus conhecimentos, mas não de maneira espontânea ou não direcionada, e sim sempre em interação e com a mediação do professor. O trabalho com projetos é uma das metodologias ativas que vêm sendo amplamente divulgadas e introduzidas em processos de formação de professores. Trata-se de metodologia defendida sob várias perspectivas e vem sendo discutida há bastante tempo, reunindo bases teóricas e metodológicas que subjazem uma intencionalidade pedagógica com as seguintes características:

- promover a participação ativa do estudante na sua aprendizagem por meio do engajamento em ações planejadas e mediadas pelo professor;
- promover uma formação voltada para o contexto de vida, com possíveis contribuições oferecidas à comunidade, por meio da solidariedade e de interações com a comunidade e a sociedade;
- promover uma aprendizagem de conteúdos (ou, nos termos da BNCC, objetos de conhecimento) como recursos para a formação e o desenvolvimento integral dos sujeitos, nas dimensões cognitivas, atitudinais, afetivas, culturais e sociais;
- promover o engajamento dos estudantes por meio de atividades que tenham unidade, sentido e objetivos de aprendizagem bem definidos;
- tornar os estudantes participantes ativos e corresponsáveis pelo gerenciamento e pelas escolhas das formas de aprendizagem, como as ações que serão realizadas;
- abordar questões ou problemas reais, autênticos e de relevância pessoal e social, a partir dos quais sejam mobilizados conhecimentos escolares, de forma integrada e articulada com demandas formativas, avaliativas e sociais;
- desenvolver habilidades tais como: reconhecer, analisar e caracterizar problemas; realizar estudos, levantar hipóteses, investigar e propor estratégias para resolver problemas; avaliar diferentes propostas e tomar decisões; comunicar propostas e ações a serem realizadas, argumentando sobre elas; e, finalmente, planejar e executar ações, avaliando suas implicações na resolução dos problemas.

Além de evidenciar o papel mediador do professor nas metodologias ativas, apresentamos uma concepção ampliada de atividade, uma vez que ela tem papel central nessas metodologias, como indica sua designação. O conceito de atividade aplicado neste livro tem como base a ideia de que o engajamento dos sujeitos em atividades contribui para que eles possam significar e ressignificar suas experiências pessoais e sociais, desenvolver-se no plano psicocognitivo e alcançar aprendizagens que ajudam na formação de sua identidade e consciência. Dessa forma, as atividades propostas em projetos didáticos ou outra metodologia ativa, além de serem instrumentais para a compreensão de modelos e teorias científicos, devem levar os estudantes a vislumbrar ações e transformações que possam ser realizadas na sociedade e no mundo.

Atividades e vivências propostas

Segue o quadro informativo sobre o que foi desenvolvido nas unidades 2 a 6.

Unidade 2	Atividade 1	Objetivos	Justificativa	Material
	Identificando meus interesses Dimensão: 1. Competências gerais: 2, 4 e 8. Tempo: 2 semanas. Página: 48.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar atividades realizadas frequentemente no tempo livre. Identificar as atividades que possam ser agregadas às anteriores, por gerar interesse e curiosidade. Traçar estratégias para vincular interesses pessoais com a atividade docente, buscando satisfação pessoal. 	Convergir interesses pessoais com a docência tornará essa prática muito mais prazerosa e natural. Essa associação pode despertar maior interesse dos estudantes, uma vez que eles podem partilhar de alguns desses interesses.	<ul style="list-style-type: none"> Material para registro.
		Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> Avaliar e listar interesses pessoais, incluindo atividades satisfatórias (semana 1). Propor estratégias que promovam a convergência entre o trabalho docente e os interesses pessoais (semana 2). 		
	Atividade 2	Objetivos	Justificativa	Material
	Planos de ação efetivos e escalas de tempo Dimensão: 1. Competências gerais: 5 e 6. Tempo: 1 mês. Página: 54.	<ul style="list-style-type: none"> Definir diferentes objetivos pró-projeto de vida. Classificar os objetivos em curto, médio e longo prazos. Traçar ações efetivas para a execução desses objetivos. 	Conhecer bem seus objetivos de projeto de vida e saber traçar metas de acordo com uma linha temporal é fundamental para a construção de uma carreira docente.	<ul style="list-style-type: none"> Lápis e papel. Computador.
		Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> Mapear diferentes objetivos que culminam no desenvolvimento do projeto de vida. Separar os objetivos conforme as prioridades, estabelecendo prazos para alcançá-los e realizar ações que culminem na execução dos objetivos seguindo a linha temporal estabelecida. 		
	Vivência 1	Objetivos	Justificativa	Material
	Ser/sentir-se professor de Física Dimensão: 1. Competências gerais: 4, 5, 6, 9 e 10. Tempo: 2 horas. Página: 42.	<ul style="list-style-type: none"> Construir uma nuvem de palavras como ferramenta visual sobre sentimentos/significados acerca da identidade docente. Identificar os sentimentos que afloram ao perceber-se como professor de Física. 	A atividade promove um exercício de autoconhecimento e pode ser executada tanto individual quanto coletivamente, levando a uma reflexão sobre a identidade docente e o sentimento de ser professor.	<ul style="list-style-type: none"> Computador ou celular conectado à internet ou com aplicativos instalados para elaboração de “nuvem de palavras”.
Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> Evocar palavras sobre o sentir-se professor, construir nuvem de palavras e discutir os resultados com os pares. 				
Vivência 2	Objetivos	Justificativa	Material	
História da ciência, gênero e projeto de vida Dimensão: 1. Competências gerais: 1, 6, 9 e 10. Tempo: 2 horas. Páginas: 43 e 44.	<ul style="list-style-type: none"> Refletir sobre as práticas e o currículo de Física. Apropriar-se de fatos da história da Ciência para promover o interesse dos estudantes de diferentes gêneros pela aprendizagem de CNT. Discutir as dificuldades historicamente estabelecidas para o ingresso de mulheres na carreira científica. 	A reflexão sobre gênero e ciência e o papel do professor no estímulo à redução de desigualdades firmadas historicamente ampliam e enriquecem as discussões, viabilizando a construção de projetos de vida e carreira profissional voltados à promoção de justiça social.	<ul style="list-style-type: none"> Computador ou celular com acesso à internet e conectados à internet ou publicações impressas atualizadas sobre carreira docente em Física. Material para registro das respostas. 	
	Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> Fazer a leitura de textos que remontam às disparidades de gênero na Ciência. Discutir as questões propostas para reflexão e respondê-las. 			

	<p>Vivência 3</p> <p>A roda da vida e o conhecimento de si mesmo</p> <p>Dimensões: 1 e 4. Competências gerais: 2, 6 e 8. Tempo: cerca de 8 semanas. Páginas: 46-47.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reorganizar planos de ação de acordo com cada etapa da vida, buscando fortalecer dimensões de vida pouco trabalhadas. • Construir uma roda da vida com características que remetem à prática docente de modo a identificar pontos de melhoria e de maior satisfação. 	<p>Justificativa</p> <p>Atividades de representações como esta promovem a tomada de consciência sobre aspectos da carreira docente e auxiliam no conhecimento de si mesmo, promovendo a construção de um projeto mais claro e direcionado, inclusive na carreira docente.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Material para registro.
	<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir uma roda da vida e identificar pontos que merecem ser trabalhados. • Planejar ações que contribuam de alguma forma para o fortalecimento de pontos fracos. • Construir uma roda da vida com elementos que tangem a carreira de professor de Física, identificando elementos que trazem satisfação e elementos que merecem maior atenção. • Planejar ações visando à melhoria dos pontos identificados. 			
	<p>Vivência 4</p> <p>Levantamento de habilidades socioemocionais</p> <p>Dimensões: 1 e 4. Competências gerais: 6, 8 e 9. Tempo: 4 semanas (uma para cada atividade). Página: 49.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mapear as competências socioemocionais para criar estratégias para colocar em prática projetos de vida. • Elaborar propostas de atividades com outros professores que desenvolvam as competências socioemocionais. 	<p>Justificativa</p> <p>Essa atividade auxilia na percepção e no desenvolvimento das competências socioemocionais, identificando pontos a serem melhorados na construção do projeto de vida.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador ou <i>smartphones</i> conectados à internet. • Lousa; papel pardo; cartolina; fita adesiva e canetas.
<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ler o documento Dimensões e desenvolvimento das competências gerais da BNCC. • Identificar as habilidades socioemocionais, relacionando-as com as práticas docentes. • Classificar, com os colegas professores, as habilidades que devem ser trabalhadas na elaboração do projeto de vida. 				
<p>Vivência 5</p> <p>Construção e análise de matriz SWOT com foco em projeto de vida e plano de carreira</p> <p>Dimensões: 1 e 4. Competências gerais: 1, 2, 6, 7, 8, 9 e 10. Tempo: 7 horas. Páginas: 50-51.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistematizar e identificar competências, habilidades, interesses, obstáculos, forças, conhecimentos, experiências e oportunidades relacionadas às aspirações profissionais do projeto de vida e da gestão da carreira docente. 	<p>Justificativa</p> <p>Essa atividade apresenta aos professores uma ferramenta que, além de desenvolver e ampliar competências e habilidades relacionadas a reflexão, análise e planejamento, promove o autoconhecimento na dimensão individual e coletiva, essencial no âmbito dos projetos de vida e carreira profissional.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Matriz SWOT. • Folha de papel branco A4, folha de papel pardo, cola, canetinhas e lápis. 	
<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar uma matriz SWOT individual tendo em vista seus objetivos de projeto de vida. • Elaborar uma matriz SWOT coletiva com os colegas de trabalho que compartilham as mesmas metas de carreira. • Traçar um intervalo de tempo necessário para atingir as metas e reformular a matriz individual e coletiva, repensando as estratégias de tempos em tempos. 				

Unidade 2	Vivência 6	Objetivos	Justificativa	Material
	<p>Mídiaeducação e o combate às fake news</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 4, 5, 6, 7, 9 e 10. Tempo: 3 semanas. Página: 53.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Refletir sobre a importância das TDIC na escola e na atividade docente. Analisar o conteúdo de postagens, imagens ou memes na perspectiva da Ciência. Analisar o conteúdo baseado em valores éticos e morais. 	<p>As TDIC são uma realidade no contexto escolar e podem ser usadas para socialização de ideias e compartilhamento de informações e de aprendizado. Cabe ao professor auxiliar os estudantes na reflexão crítica sobre o conteúdo, combatendo o <i>cyberbullying</i> ou outros com discriminação social.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computador e/ou celular conectados à internet. Livros didáticos/técnicos de Ciências da Natureza. Material para anotações.
Unidade 3	Atividade 1	Objetivos	Justificativa	Material
	<p>O fazer científico-escolar</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 4. Competências gerais: 1, 2 e 6. Tempo: 1h30min. Página: 59.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Refletir sobre processos metodológicos e epistemológicos da Física e do ensino de Física. 	<p>A Física ensinada na escola conserva semelhanças, mas tem pontos de afastamento daquela produzida na academia. Ao professor de Física, é fundamental que essas semelhanças e esses afastamentos sejam explorados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lápis e papel. Computador ou celular com acesso à internet.
	Atividade 2	Objetivos	Justificativa	Material
	<p>Compreendendo o desenvolvimento tecnológico</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 10. Tempo: 2 horas. Página: 70.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Produzir quatro ensaios textuais que incluam o papel da Física na complexidade do mundo atual, marcado pela ciência e pela tecnologia. 	<p>A atividade traz reflexões sobre os avanços da Física e da tecnologia da telefonia móvel e internet e implicações sociais decorrentes, bem como sobre a aprendizagem desses conteúdos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computador ou celular com acesso à internet. Lápis e papel.
Atividade 3	Objetivos	Justificativa	Material	
<p>Refletindo sobre a cultura científica</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 3, 6, 9 e 10. Tempo: 2 horas. Página: 70.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Explorar as noções prévias que se têm sobre a cultura. 	<p>Para que a cultura seja entendida como produção humana, é necessário fazer uma reflexão prévia sobre o conceito de cultura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Computador ou celular com acesso à internet. 	
		Procedimentos		
		<ul style="list-style-type: none"> Mapear diferentes postagens, imagens e memes da internet. Analisar seu conteúdo, discutindo sobre aspectos sociais e científicos, consultando suas fontes. Verificar se o conteúdo é passível de compartilhamento e justificar sua avaliação. Se não for, é possível modificá-lo e melhorá-lo. 		
		Procedimentos		
		<ul style="list-style-type: none"> Recordar de experimentos já feitos e do método empregado. Criar um experimento a ser feito pelos estudantes que desenvolva as competências gerais 1 e 2. 		
		Procedimentos		
		<ul style="list-style-type: none"> Produzir textos sobre quatro eixos de análise do desenvolvimento da telefonia móvel com acesso à internet, articulando ciência e tecnologia à atualidade. 		
		Procedimentos		
		<ul style="list-style-type: none"> Leitura de textos. Reflexão sobre questões propostas e elaboração de síntese com alguns pontos relevantes. 		

	<p>Atividade 4</p> <p>Abordagens comuns na aprendizagem de Física</p> <p>Dimensões: 2, 3 e 4. Competências gerais: 1, 2, 4 e 6. Tempo: 3 horas. Página: 75.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar aspectos das abordagens mais tradicionais e mais inovadoras no ensino da Física. 	<p>Justificativa</p> <p>De modo a evitar a perpetuação de abordagens monológicas e voltadas à memorização, é necessário que se conheça e que se desenvolva outras formas de ensinar.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lápis e papel.
		<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Produção de listas com aspectos tradicionais e inovadores do ensino de diferentes objetos do conhecimento da Física. 		
	<p>Atividade 5</p> <p>Praticando a racionalidade científica</p> <p>Dimensões: 2 e 3. Competências gerais: 1, 2 e 4. Tempo: 4 horas. Página: 78.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar uma estrutura organizacional do conhecimento sobre o Modelo Padrão de partículas elementares para propor uma sequência didática. 	<p>Justificativa</p> <p>A racionalidade científica, indo muito além de métodos de pesquisa, é uma forma de estruturar o pensamento para conectar teorias ao mundo. Por isso, propõe-se produzir sequências conforme a organização do saber científico, articulando-o às tecnologias.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador ou celular com acesso à internet. • Vídeos; mapa conceitual.
		<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar o mapa conceitual e buscar articular conteúdos dele com tecnologias que circulam na sociedade; elaborar uma breve sequência de ensino com isso. 		
	<p>Vivência 1</p> <p>Diferentes visões sobre os fenômenos físicos</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 3 e 6. Tempo: 2 horas. Página: 65.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorar aspectos socioculturais do uso que fazemos da energia luminosa. 	<p>Justificativa</p> <p>Como produtos culturais, possibilita um olhar complexo sobre o fenômeno físico da iluminação, evidenciando a sobreposição de campos do saber.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador ou celular com acesso à internet. • Lápis e papel.
		<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ler um poema, discutir questão proposta e identificar temas relacionados à energia luminosa e suas fontes que possam ser abordados interdisciplinarmente. 		
	<p>Vivência 2</p> <p>Xenobots, os robôs vivos</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 5, 6, 9 e 10. Tempo: 4 semanas. Página: 71.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar o caso dos <i>xenobots</i> para elaborar com professores de outras disciplinas uma sequência didática que integre Física, Química e Biologia, e que seja aplicada em sala de aula. 	<p>Justificativa</p> <p>Em casos como esse, em que saberes das Ciências da Natureza se sobrepõem, a abordagem pedagógica requer a integração de professores de diferentes componentes das CNT.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador ou celular com acesso à internet.
		<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Assistir a um vídeo, pesquisar o assunto e discutir questões sugeridas com os pares, bem como construir com eles uma sequência didática sobre o tema. 		
	<p>Vivência 3</p> <p>Problematizando as situações de vida em locais hostis</p> <p>Dimensões: 1, 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 4, 5, 7, 9 e 10. Tempo: 2 semanas. Página: 79.</p>	<p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explorar aspectos da Física que sejam vitais para a segurança humana em ambientes hostis. 	<p>Justificativa</p> <p>Para que a vida humana seja preservada, uma enormidade de recursos naturais e tecnológicos são ativados em escala global; ao se olhar para uma base avançada em um ambiente hostil, esses elementos essenciais ficam mais evidentes.</p>	<p>Material</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador ou celular com acesso à internet.
		<p>Procedimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ler e analisar textos sobre desafios de manutenção da vida. • Promover rodas de discussão para soluções (1ª semana). • Encaminhar as apresentações das soluções propostas pelos estudantes (2ª semana). 		

Unidade 4	Atividade 1	Objetivos • Utilizar uma comunicação feita por Newton para analisar comparativamente a produção do conhecimento e as possibilidades para a transposição didática desse conhecimento.	Justificativa Há um processo de transposição do saber científico para o saber a ser ensinado, produzido institucionalmente nos sistemas escolares. Nesse processo, é fundamental o entendimento das diferenças entre os estatutos epistemológicos desses dois saberes.	Material • Lápis e papel.
	“Nova Teoria sobre Luz e Cores” de Newton Dimensão: 3. Competências gerais: 1 e 2. Tempo: 2 horas. Páginas: 88-89.	Procedimentos • Ler texto original de Isaac Newton. • Discutir as ideias do texto com os pares a partir de perguntas propostas.		
Unidade 5	Atividade 1	Objetivos • Elaborar uma atividade que explore de maneira interdisciplinar um objeto de uso cotidiano: a bicicleta.	Justificativa Essa atividade promove uma reflexão acerca do isolamento, complementação e integração disciplinar.	Material • Lápis e papel. • Computador ou celular com acesso à internet.
	A abordagem de integração disciplinar Dimensões: 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 5 e 9. Tempo: 1 hora. Página: 115.	Procedimentos • Distinguir as partes da bicicleta, por meio de um esquema. • Identificar possíveis abordagens interdisciplinares no processo da construção desse equipamento.		
Unidade 6	Atividade 1	Objetivos • Construir novas organizações hierárquicas com base nos objetos de conhecimento. • Comparar, por meio de uma habilidade da BNCC, as diferentes organizações.	Justificativa Os mapas de ideias facilitam a organização e a visualização da hierarquia de objetos de conhecimento com base em habilidades e competências da BNCC.	Material • Lápis; folha de sulfite; papel pardo; caneta hidrográfica. • Computador ou celular com acesso à internet.
	Hierarquias no conhecimento Dimensões: 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 4, 6 e 9. Tempo: 1 hora. Página: 131.	Procedimentos • Escolher uma habilidade, uma competência específica e uma geral; identificar objetos do conhecimento e organizá-los em um mapa de ideias. • Cada professor da área CNT irá construir um mapa de ideias próprio e comparar com os dos colegas.		
	Vivência 1	Objetivos • Elaborar um plano de aula para um conteúdo escolar abrangendo as três dimensões: atitudinal, conceitual e procedimental.	Justificativa Em uma avaliação de caráter formativo é necessário considerar diferentes dimensões do conhecimento.	Material • Papel e lápis. • Computador ou celular com acesso à internet.
	Produção de instrumentos de avaliação Dimensão: 4. Competências gerais: 1, 2, 4, 7 e 8. Tempo: 3 horas. Página: 137.	Procedimentos • Eleger uma habilidade de Ciências da Natureza no documento da BNCC. • Elaborar um plano de aula que contenha avaliação formativa, contemplando as diferentes dimensões do conhecimento.		
Vivência 2	Objetivos • Caracterizar uma proposta de ensino e aprendizagem a partir de um projeto do tipo IIR.	Justificativa Estabelecer parâmetros para que uma proposta dessas seja caracterizada é desafiador. Por isso, a vivência oferece um quadro com aspectos objetivos para o desenvolvimento da caracterização de uma IIR.	Material • Lápis e papel. • Computador ou celular com acesso à internet.	
Definição de situação-problema para o desenvolvimento de uma IIR Dimensões: 2 e 3. Competências gerais: 1, 2, 4, 9 e 10. Tempo: 2 horas. Página: 141.	Procedimentos • Reunir professores da área de CNT para conjuntamente construir um quadro de critérios. • A partir do quadro construído, avaliar uma proposta de projeto do tipo IIR.			

Competências e habilidades da BNCC trabalhadas nesta obra

Competências Gerais da Educação Básica

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competência 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
EM13CNT101 Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT102 Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
EM13CNT106 Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
Competência 3 Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprias das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

EM13CNT301 Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

EM13CNT302 Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

EM13CNT306 Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.

EM13CNT309 Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Competências específicas e habilidades de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competência 1 Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.

EM13CHS103 Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros).

Competência 3 Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.

EM13CHS302 Analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais – entre elas as indígenas, quilombolas e demais comunidades tradicionais –, suas práticas agroextrativistas e o compromisso com a sustentabilidade.

Competência 4 Analisar as relações de produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades.

EM13CHS403 Caracterizar e analisar os impactos das transformações tecnológicas nas relações sociais e de trabalho próprias da contemporaneidade, promovendo ações voltadas à superação das desigualdades sociais, da opressão e da violação dos Direitos Humanos.

Competências específicas e habilidades de Matemática e suas Tecnologias

Competência 1 Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.

EM13MAT101 Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Competências específicas e habilidades de Linguagens e suas Tecnologias

Competência 6 Apreciar esteticamente as mais diversas produções artísticas e culturais, considerando suas características locais, regionais e globais, e mobilizar seus conhecimentos sobre as linguagens artísticas para dar significado e (re)construir produções autorais individuais e coletivas, exercendo protagonismo de maneira crítica e criativa, com respeito à diversidade de saberes, identidades e culturas.

EM13LGG603 Expressar-se e atuar em processos de criação autorais individuais e coletivos nas diferentes linguagens artísticas (artes visuais, audiovisual, dança, música e teatro) e nas intersecções entre elas, recorrendo a referências estéticas e culturais, conhecimentos de naturezas diversas (artísticos, históricos, sociais e políticos) e experiências individuais e coletivas.

Referências comentadas

- A “STATE OF THE NATION” REPORT 2008: Science and Mathematics education, 14-19. Londres: The Royal Society, 2008. p. 196. Disponível em: https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/education/policy/state-of-nation/SNR2-full-report.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.
O relatório analisa as tendências educacionais em Matemática e Ciências de alunos entre 14 e 19 anos no período entre 1996 e 2007 apontando falhas na qualidade da formação.
- ALARCÃO, I. Reflexão crítica sobre o pensamento de D. Schön e os programas de formação de professores. In: ALARCÃO, I. (org.). *Formação reflexiva de professores – Estratégias de supervisão*. Portugal: Porto, 1996. Nesse livro é apresentado o pensamento de Schön como crítico da formação de professores. Além disso, o conceito de reflexão é analisado com base na própria proposição de Dewey.
- ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 17, n. 2, ago. 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>. Acesso em: 2 dez. 2020.
Nesse artigo, o autor oferece um panorama histórico do laboratório didático de Física, utilizando o conceito de transposição didática e de suas regras para mostrar a maneira como foi adaptado à escola. Uma de nossas conclusões é “método experimental” se transformou em objeto do “saber a ensinar”.
- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (ed.); AIRASIAN, P. W.; CRUIKSHANK, K. A.; MAYER, R. E.; PINTRICH, P. R.; RATHS, J.; WITTROCK, M. C. *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom’s taxonomy of educational objectives*. Nova York: Longman, 2001.
Uma revisão da taxonomia de Bloom pensada para ajudar os docentes a compreender e inserir essa proposta nos currículos.
- ANDRÉS-GALLEGO, J. Are humanism and mixed methods related? Leibniz’s universal (Chinese) dream. *Journal of Mixed Methods Research*, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 118-132, 2015.
Discute a relação entre humanismo e uso de diferentes métodos, analisando o caso da busca de Leibniz por um sistema universal de justiça.
- APPLE, M. W. *Ideologia e currículo*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
Esse livro discute as relações entre conhecimento legítimo, ensino e poder, especialmente em questões relativas a classes sociais e questões étnico-raciais.
- AQUECIMENTO global de 1,5 °C. Genebra: IPCC; Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.
Divulga relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).
- ARAUJO, J. C. S. Da metodologia ativa à metodologia participativa. In: VEIGA, I. P. A. (org.). *Metodologia participativa e as técnicas de ensino e aprendizagem*. Curitiba: CRV, 2017.
Esse texto apresenta uma discussão concisa sobre metodologias de ensino passivas, ativas e participativas.
- ASTOLFI, J-P.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. Campinas: Papyrus, 1995.
Livro que apresenta uma perspectiva histórica das ciências dentro de uma reflexão “epistemológico-didática” e aponta um novo olhar para os processos de ensino e aprendizagem.
- BACHELARD, G. *Formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
Nesse livro, o autor apresenta uma análise sobre a formação do pensamento científico, destacando os obstáculos epistemológicos do pensamento humano e a necessidade de se ir além da experiência concreta material imediata.
- BARBOSA, H. M. J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. *Revista USP*, São Paulo, n. 103, p. 67-80, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/99185/97651>. Acesso em: 8 dez. 2020.
Divulga estudo sobre absorção e radiação pela água e relação com efeito estufa e clima.
- BLOOM, B. S.; ENGELHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive Domain*. Nova York: David McKay, 1956.
Esse livro, a partir do uso de diversos padrões científicos de análise e organização de dados, apresenta estudos sobre objetivos e técnicas educacionais.
- BODANIS, D. *Electric universe: the shocking true story of electricity*. Nova York: Crown, 2004.
Nesse livro, o autor aborda aspectos do contexto histórico do desenvolvimento da área da Eletricidade na Física.
- BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. *How people learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Research Council, 2000.
Apresenta investigações sobre o processo de aprendizagem e discussão ampla sobre a relação do aprendizado com a estrutura física do cérebro, o papel da tecnologia na educação e orientações para professores.

- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 24 nov. 2020. Aprovada pela Assembleia Nacional Constituinte em 5 de outubro de 1988, a Constituição de 1988 é a lei fundamental e suprema do Brasil, que serve de parâmetro para as demais leis.
- BRASIL. *Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017*. Brasília, Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que [...]. DF: Presidência da República, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 24 nov. 2020. Essa lei faz algumas mudanças em relação às Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Ela é conhecida principalmente por reconhecer legalmente a ampliação da carga horária do Ensino Médio.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 nov. 2020. A Base Nacional Comum Curricular reúne as aprendizagens essenciais aos estudantes brasileiros, da Educação Infantil ao Ensino Médio, dispostas em competências gerais, competências específicas e habilidades.
- BUCKINGHAM, D. Media education and the end of the critical consumer. *Harvard Educational Review*, Cambridge, v. 73, n. 3, p. 309-327, 1 set. 2003. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/her/article-abstract/73/3/309/31831/Media-Education-and-the-End-of-the-Critical?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 2 dez. 2020. Nesse artigo, o autor apresenta implicações da pós-modernidade em relação à educação para a mídia. A pesquisa realizada considera aspectos da prática escolar dentro da sala de aula.
- BUNN, Christian *et al.* A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*, [s. l.], v. 129, n. 1, p. 89-101, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-014-1306-x>. Acesso em: 8 dez. 2020. Artigo que discute relação da agricultura do pé de café com as mudanças climáticas e busca projetar a adequação climática atual e futura para a produção de café.
- CENTRO DE INFORMAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O BRASIL. *Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Unic Rio; Brasília, DF: Ministério das Relações Exteriores, 2016. Disponível em: http://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_amigo_pesso_idosa/Agenda2030.pdf. Acesso em: 24 nov. 2020. Trata-se de um plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade, proposto pela Organização das Nações Unidas, sendo constituído pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas.
- CHEVALLARD, Y. *La Transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique, 1991. Livro que apresenta um panorama do conceito da transposição didática e promove uma discussão sobre as deformações que essa transposição pode gerar e os cuidados necessários para ampliar o conhecimento escolar com base no conhecimento científico.
- CLÉMENT, P. Didactic transposition and KVP model: conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. *Proceedings of ESERA Summer School*, Braga, Portugal, 2006. O texto discute perspectivas sobre a renovação da transposição didática com base em diversos autores envolvidos nesse processo, como: os pesquisadores científicos, autores de programas educacionais, livros didáticos, professores e estudantes.
- COLL, C.; POZO, J. I.; SARABIA, B.; VALLS, E. *Los contenidos de la reforma: enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Buenos Aires: Santillana, 1992. Nessa obra, os autores apresentam e criticam formas de se ensinar de forma significativa e como avaliar essa aprendizagem.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F. (org.). *Questões socio-científicas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. Salvador: EDUFBA, 2018. O livro aborda estratégias de ensino baseadas no uso de questões sociocientíficas, como ferramentas para uma educação sobre a relação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e para a ação sociopolítica. Um dos capítulos discute a visão ampliada dos conteúdos, em suas dimensões conceituais e procedimentais.
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão socioambientalmente responsável. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte: Abracec, v. 14, n. 2, p. 77-87, 2014. O artigo discute a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) no contexto de uma formação para a cidadania socioambientalmente responsável.
- DAMON, W.; MENON, J.; BRONK, K. C. The development of purpose during adolescence. *Applied Developmental Science*, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 119-128, 2003. Apresenta definição operacional para “propósito” e qual a natureza de um propósito na juventude.
- D’ALEMBERT, J. L. R. Discours préliminaire. In: DIDEROT, D.; D’ALEMBERT, J. R. (ed.). *L’Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et de métiers*. Paris: Samuel Faucher & Compagné: Libraires & Imprimeurs, 1751. Obra original, marco da disciplinarização dos saberes.
- DARNTON, R. *The business of enlightenment*. Cambridge: Harvard University Press, 1979. Livro que remonta o processo de construção da *Encyclopédie*, no século XVIII. Explora o processo de construção e as relações de bastidores, que envolviam conhecimento, negócios e contradições.

- DESCARTES, R. *Discurso do método*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
Nessa obra, o matemático e filósofo René Descartes lança as bases do que seria um pensamento seguro e que se constituiu numa das correntes epistemológicas mais importantes do ocidente.
- DEVELAY, M. *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris: ESF, 1992.
Nesse livro, o autor apresenta uma reflexão sobre como o professor interpreta o que os estudantes aprendem e como isso irá influenciar nas situações de aprendizagens vivenciadas pelos docentes.
- DEWEY, J. *Democracia e educação*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco; Massangana, 2010.
Nesse livro, Dewey apresenta uma teoria curricular que considera a educação como um processo com base no qual a escola atua como um campo de teorias e práticas democráticas sustentadas pela experiência.
- ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. *In: A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
Nessa obra, os autores apresentam a discussão da solução dos problemas como um conteúdo e habilidade geral da Educação Básica.
- FAGUNDES, T. B. Os conceitos de professor pesquisador e professor reflexivo: perspectivas do trabalho docente. *Rev. Bras. Educ.*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 65, abr./jun. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/v21n65/1413-2478-rbedu-21-65-0281.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2020.
Esse artigo produz um levantamento sobre como a produção intelectual considera o papel da pesquisa na atuação do professor.
- FARO, Paula. Cinema, vídeo e videoclipe: relações e narrativas híbridas. *RuMoRes*, São Paulo, v. 4, n. 8, 2010.
Texto que analisa relações entre vídeo, videoclipe e cinema, identificando elementos de confluência.
- FIORENTINI, D.; GERALDI, C. M. G.; PEREIRA, E. M. A. (org.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a) pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.
Livro que apresenta alternativas para a homogeneização do trabalho docente.
- FLORENTINO, J. A.; RODRIGUES, L. P. Disciplinaridade, interdisciplinaridade e complexidade na educação: desafios à formação docente. *Educação por escrito*, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 54-67, 2015. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/porescrito/article/view/17410>. Acesso em: 7 dez. 2020.
Trata-se de um artigo que discute o paradigma da complexidade e a interdisciplinaridade na contemporaneidade.
- FONSECA, A. A. Do horror tecnocrático ao encanto da máquina: imagens e mitos do fascínio tecnológico. *Eikon Journal on Semiotics and Culture*, [s. l.], n. 6, 2019.
Artigo que critica o controle social de natureza tecnocrática, bem como o problema de sermos devotos de um encanto em relação às tecnologias.
- FOUREZ, G. *Alphabétisation scientifique et technique – Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelas: De Boeck Université, 1994.
Nesse livro, o autor discute as formas de produção de conhecimento, disciplinar e por projetos, analisando como a escola toma a primeira como base do currículo. Apresenta também a metodologia de ensino baseado em projetos conhecida como “Ilhas interdisciplinares de racionalidade”.
- FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 2 dez. 2020.
Nesse trabalho, o autor discute os problemas enfrentados pelo ensino de Ciências na atualidade, construindo uma reflexão sobre os objetivos da educação científica e os desafios que enfrenta na escola.
- FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School engagement: potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, v. 74, n. 1, p. 59-109, 1 mar. 2004.
No artigo, o envolvimento escolar é analisado a partir dos aspectos comportamentais, emocionais e cognitivos.
- GIL-PÉREZ, D. *et al.* Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. *Cadernos Catarinense de Ensino*, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 7-19, abr. 1992. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7501/6882>. Acesso em: 2 dez. 2020.
Esse artigo apresenta um exemplo de como planejar uma crítica sobre ensino habitual e o pensamento espontâneo dos docentes.
- GIJSELAERS, W. H. Perspectives on problem-based learning. *In: GIJSELAERS, W. H. et al. Educational innovation in economics and business administration: the case of problem-based learning*. Dordrecht: Kluwer, 1995.
O texto trata da importância de um método educacional focado não apenas na aprendizagem de conceitos, padrões e princípios mas também, de acordo com o surgimento de situações reais, na aprendizagem baseada nos problemas (ABP).
- GIROUX, H. A. *Theory and resistance in education*. Londres: Bergin & Garvey, 2001.
Nesse livro, Giroux relaciona ferramentas teóricas e políticas para abordagens pedagógicas, o conhecimento, a resistência e o poder atrelados em esferas culturais que incluem as escolas.
- HAMPDEN-THOMPSON, G.; BENNETT, J. Science teaching and learning activities and students' engagement in science. *International Journal of Science Education*, p. 1-19, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/239797737_Science_Teaching_and_Learning_Activities_and_Students'_Engagement_in_Science. Acesso em: 8 dez. 2020.

Os autores examinam quais características dos estudantes e das escolas se relacionam com o nível de envolvimento dos alunos no ensino de ciências.

KLEIN, J. T. *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University Press, 1990.

Livro no qual a interdisciplinaridade é discutida em sua história e em suas formas mais recentes de implementação.

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory into Practice*, Athens, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002. Disponível em: <https://www.depauw.edu/files/resources/krathwohl.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2020. Visão geral de revisão sobre a taxonomia de Bloom, considerando que a taxonomia dos objetivos pode ser entendida como uma estrutura para classificar o que se espera que os estudantes aprendam com instruções pedagógicas.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1997.

Nesse livro, Kuhn faz uma análise da história da ciência, disseminando os termos de paradigma e mudança de paradigma na discussão epistemológica.

LACEY, H. *Valores e atividade científica 1*. São Paulo: Editora 34, 2008.

Conjunto de diversos textos de Lacey, a suposta neutralidade da Ciência é colocada em discussão, considerando o progresso científico e tecnológico.

LEÃO, G.; DAYRELL, J. T.; REIS, J. B. Juventude, projetos de vida e Ensino Médio. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 32, n. 117, p. 1067-1084, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302011000400010. Acesso em: 7 dez. 2020.

Nesse artigo, os autores investigam as vantagens do uso de grupos de discussão para o levantamento e direcionamento de projetos de vida.

LEITE, J. C. Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 13, n. 14, p. 811-839, set./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ss/v13n4/2316-8994-ss-13-04-00811.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

O artigo chama a atenção para mudanças climáticas abruptas e radicais na era do gelo do pleistoceno que alertam para a necessidade de considerar o atual aquecimento global como um fenômeno imprevisível.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos, proposições*. 17. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

Nesse livro, temos uma discussão concisa e informativa sobre avaliação e aprendizagem, bem como indicações para torná-la mais formativa.

MARANDINO, M. et al. Os usos da Teoria da Transposição Didática e da Teoria Antropológica do Didático para o estudo da educação em museus de ciências. *Revista Labore em Ensino de Ciências*, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 69-97, 2016.

Artigo que explora a análise didática à luz das teorias mencionadas em seu título.

MARTINAND, J. L. La question de la référence en didactique du *curriculum* (The reference problem in the didactic of *curriculum*). *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 125-130, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/543/338>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Aborda as relações entre as atividades escolares, as práticas sociais e o currículo.

MATURANA, H. R. *Emoções e linguagem na educação e na política*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

Nessa obra, o autor discute quais devem ser as reflexões necessárias para pensar alternativas sociais e políticas.

MEIRIEU, P. *Aprender... sim, mas como?* Porto Alegre: Artmed, 1998.

Nessa obra, o autor discute o ato da aprendizagem considerando as relações pedagógicas, a didática e as estratégias individuais de aprendizagem.

MORAN, J. M. *Aprendendo a desenvolver e orientar projetos de vida*. In: ECA-USP. *Educação transformadora*. São Paulo, 2018. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/projetos_vida.pdf. Acesso em: 7 dez. 2020.

Texto complementar ao livro *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá* (Papirus), no qual instruções sobre o desenvolvimento de projetos de vida são fornecidas.

MOREIRA, M. A. O modelo padrão da Física de partículas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [São Paulo], v. 31, n. 1, p. 1306-1 a 1306-11, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a06.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.

Nesse artigo, é apresentado o modelo padrão como uma teoria que identifica as partículas elementares e suas interações.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. Ênfases curriculares e ensino de Ciências. *Ciência e Cultura*, [s. l.], v. 39, n. 3, 250-258, 1987. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/105793/mod_resource/content/0/Texto%201%20-%20Enfases_Curriculares.pdf. Acesso em: 25 nov. 2020. No artigo, o autor apresenta diferentes concepções e ênfases curriculares, fazendo a distinção entre elas e discutindo a relação delas com o ensino de Ciências.

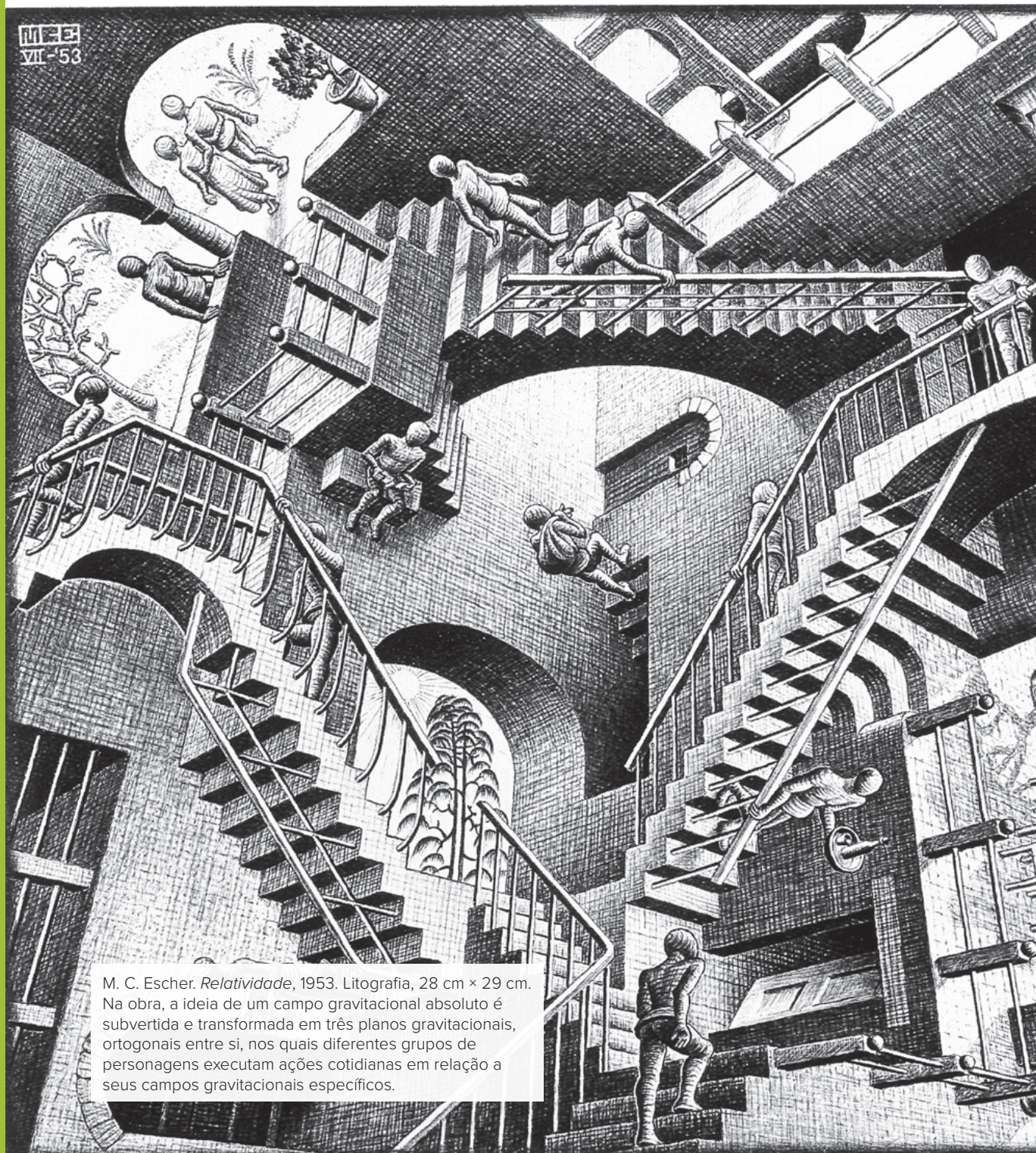
MORIN, E. Sur l'interdisciplinarité. *Bulletin Interactif du Centre International de Recherches et Études Transdisciplinaires*, [s. l.], 2, jun. 1994. Disponível em: <http://ciret-transdisciplinarite.org/bulletin/b2c2.php>. Acesso em: 2 dez. 2020.

O texto aborda a interdisciplinaridade desde a origem das disciplinas até a formação de categorias do conhecimento, discutindo os benefícios da especialização, os riscos da hiperespecialização e os saberes em movimento, das partes para o todo e vice-versa.

- MORIN, E. A articulação dos saberes. In: E. MORIN, M. C.; ALMEIDA; E. A. CARVALHO (ed.). *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002.
No livro, são reunidos três ensaios do autor escritos em momentos diferentes: o primeiro referente à reforma universitária; o segundo referente às articulações dos saberes; e o terceiro, aos setes saberes.
- NÓVOA, A. (org.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
Livro-coletânea que agrega estudos sobre o papel da pesquisa na formação e na atuação docente.
- NUNES, C. Anísio Teixeira: a poesia da ação. *Rev. Bras. Educ.*, Rio de Janeiro, n. 16, p. 5-18, jan./abr. 2001.
Nesse trabalho, a autora retrata aspectos da obra e da vida de Anísio Teixeira (1900-1970), importante educador brasileiro.
- OLITSKY, S.; MILNE, C. Understanding engagement in science education: the psychological and the social. In: FRASER, B. J. et al. (ed.). *Second International handbook of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer. Dordrecht, 2012. p. 19-33.
Nesse capítulo, o engajamento de estudantes é investigado a partir de abordagens sociológicas com base nas emoções geradas coletivamente.
- PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – Entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
No livro, o autor afirma que o êxito e o fracasso são realidades construídas socialmente. Considerando a complexidade dos problemas relacionados à avaliação e os antagonismos inerentes a ela, Perrenoud apresenta a avaliação formativa como instrumento desenvolvido pela regulação, com o objetivo de examinar os processos da aprendizagem.
- PIETROCOLA, M. Uma crítica epistemológica sobre as bases do currículo: a interdisciplinaridade como um saber de segunda ordem. *Educação, sociedade & culturas*, Porto, n. 55, p. 31-51, 2019. Disponível em: https://www.fpce.up.pt/ciie/sites/default/files/05_Mauri%CC%81cioPietrocola.pdf. Acesso em: 25 nov. 2020.
Nesse artigo, o autor aborda a discussão sobre a disciplinaridade e a interdisciplinaridade com base em uma crítica epistemológica das bases do currículo, propondo uma conciliação entre esses dois conceitos.
- PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J.; PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ieneci/article/view/544/339>. Acesso em: 2 dez. 2020.
Os autores discutem aspectos da prática interdisciplinar na formação de professores considerando as “Ilhas interdisciplinares de racionalidade”, de Fourez.
- PINHO-ALVES, J. et al. A produção em CTS e ACT na Região Sul do Brasil na óptica lakatiana In: SEMINÁRIO IBÉRICO CTS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS, 3., 2004. *Anais* [...]. Aveiro: Cifop, 2004.
Artigo que analisa o ensino e a aprendizagem de questões que articulam ciência, tecnologia e sociedade.
- POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. In: PIMENTA, C. (org.). *Interdisciplinaridade, humanismo e universidade*. Porto: Campo das Letras, 2004.
A autora apresenta uma discussão ampla sobre aspectos das definições e as práticas da interdisciplinaridade.
- RODRIGUES, E. V.; LAVINO, D. Modelagem no ensino de Física via produção de *stop motion*, com o computador Raspberry Pi. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 42, 2020.
Artigo que propõe o uso de *stop motions* como ferramenta de modelagem no ensino da Física.
- SANTOMÉ, J. T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
Livro que aborda questões curriculares da interdisciplinaridade e discute as origens da modalidade de currículo integrado e seu significado com base na reconstrução dos acontecimentos em outras esferas sociais, especialmente no mundo da produção.
- SANTOS, B. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 2, n. 2, maio/ago. 1988. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141988000200007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 2 dez. 2020.
Artigo que apresenta uma reflexão sobre a transição da Ciência no século XX, em que ela era separada em Ciências Sociais e Naturais e que, com o passar do tempo, houve a necessidade de integrá-las, corroborando para um estudo mais amplo da Ciência.
- SANTOS, B. de S.; ALMEIDA FILHO, N. de. *A universidade no século XXI: para uma universidade nova*. Coimbra: Almedina, 2008.
Nesse texto, os autores discorrem sobre a história das universidades, a constituição da disciplinarização e as propostas de reconfiguração das universidades no século XXI, que envolvem a interdisciplinaridade.
- SANTOS, T. S. et al. Identificando o projeto de vida dos estudantes do Ensino Médio técnico pela roda da vida. *Research, Society and Development*, [s. l.], v. 9, n. 8, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343221624_Identificando_o_projeto_de_vida_dos_estudantes_do_ensino_medio_tecnico_pela_roda_da_vida. Acesso em: 30 dez. 2020.
Artigo científico com pesquisa que utiliza a roda da vida na pesquisa escolar com estudantes do Ensino Médio. Trata-se de um sistema de autoavaliação que foi utilizado em diferentes momentos para identificar alterações na qualidade de vida dos jovens, mostrando-se favorável à autorreflexão e ao compartilhamento das vivências.

- SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Rev. Bras. Educ.*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, dez. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782007000300007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 19 dez. 2020.
- Apresenta concepções sobre o papel e o significado da educação científica e do letramento científico como prática social.
- SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 7 dez. 2020.
- Explora as diferentes definições de alfabetização científica e discute como planejar propostas didáticas para promover a alfabetização científica entre os estudantes.
- SEWELL, J. R.; WILLIAM H. *Logics of history: social theory and social transformation*. Chicago: University of Chicago Press, 2005. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=R9qecHrLgOMC&oi=fnd&pg=PP13&dq=SEWELL,+2005&ots=LhXjefob2&sig=vPITzRcwmEpOGVZxSeCxX4p1Ja4>. Acesso em: 25 nov. 2020.
- Nessa obra, os autores consideram a importância de um diálogo entre a pesquisa com base histórica e social, propondo que, apenas com uma visão sofisticada sobre o tempo histórico e com preocupações teóricas amplas, é possível produzir uma boa teoria social.
- SHAMOS, M. H. *The myth of scientific literacy*. Nova Jersey: Rutgers University Press, 1995.
- Livro no qual as definições insuficientes para o termo alfabetização científica são problematizadas e suas diferentes características são exploradas.
- SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. “Nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 315-316, 1996. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v18a33.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.
- Discute o trabalho de Newton sobre a luz.
- SILVA, J. A. Formar professores na sociedade pós-industrial: as contribuições do conceito de projeto de vida e as especificidades da docência em Ciências e Matemática. In: SILVA, J. A.; KLUTH, V. S. (org.). *Aproximações e distanciamentos no ensino de Ciências e Matemática*: questões de identidade da área no âmbito filosófico e institucional. São Paulo: Porto de Ideias, 2013. v. 1.
- Aborda questões da formação de professores de Ciências na perspectiva da construção do projeto de vida dos adolescentes.
- SILVA, R. T.; CARVALHO, H. B. A indução eletromagnética: análise conceitual e fenomenológica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 1-6, dez. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172012000400014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 17 nov. 2020.
- Nesse artigo, a indução eletromagnética é analisada com base em diferentes modelos físicos.
- VARGAS, V. A.; PEREIRA, V. A.; MOTTA, M. R. A. Reflexões sobre as rodas de conversa na Educação Infantil. *Zerro-a-Seis*, [s. l.], v. 18, n. 33, p. 122-143, 2016.
- Artigo reflexivo sobre estratégias utilizadas na Educação Infantil.
- WALLERSTEIN, I. *Para abrir as Ciências Sociais*. São Paulo: Cortez, 1996.
- Relatório elaborado por um grupo internacional de pesquisadores que analisa a construção histórica das Ciências Sociais e as razões envolvidas no processo de separação das disciplinas específicas.
- WENGER, Etienne. *Communities of practice learning, meaning, and identity*. Nova York: Cambridge University Press, 1998.
- No livro, é apresentada uma teoria social de aprendizagem inovadora que pode ser utilizada em diferentes ambientes de aprendizagem.
- YOUNG, M. F. D. Why educators must differentiate knowledge from experience. *Pacific-Asian Education* [s. l.], v. 22, n. 1, p. 9-20, 2010. Disponível em: http://programs.crdg.hawaii.edu/pcc/PAE_22__1__final_10.pdf. Acesso em: 2 dez. 2020.
- Discute a diferenciação entre conhecimento e experiência no campo educacional, diferenciando o conhecimento escolar do que é adquirido fora da escola.
- ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- No livro, o autor apresenta uma análise reflexiva sobre a educação pensando em pautas e orientações de ações que podem ter implicações positivas.
- ZABALA A.; ARNAU, L. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- Esse livro aborda aspectos de como é possível ensinar a aprender na perspectiva das competências; ele foca as capacidades cognitivas para pensar a formação considerando as possibilidades práticas. Além disso, o autor acredita que essas ações devem ser orientadas considerando a função social do ensino e as concepções de processos de aprendizagem.
- ZANETIC, J. *Física também é cultura*. 1989. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.
- Nesse estudo, o autor considera a meta da democratização do saber e utiliza a história e a filosofia da Física e sua ligação com a sociedade e cultura para propor um ensino que contemple diferentes teorias que compõem a Física.

De onde vim, onde estou e para onde vou



M. C. Escher. *Relatividade*, 1953. Litografia, 28 cm x 29 cm. Na obra, a ideia de um campo gravitacional absoluto é subvertida e transformada em três planos gravitacionais, ortogonais entre si, nos quais diferentes grupos de personagens executam ações cotidianas em relação a seus campos gravitacionais específicos.

O que é um projeto de vida?

Um **projeto de vida** é a projeção intencional do que pretendemos ser ou fazer no futuro. Ele atende a um propósito com base na compreensão ampliada que uma pessoa tem das próprias características que fazem dela um ser único e de suas condições objetivas de vida, no equilíbrio entre valores e crenças tanto individuais quanto coletivos, assim como no estabelecimento de cenários futuros desejados e nos caminhos possíveis para alcançá-los.

Como professores, como seres sociais, estamos mergulhados em múltiplas formas de existência. Todas inerentemente complexas. Cada caminho que se trilha se desdobra em um emaranhado de eventos, que podem ser interpretados como vantajosos ou não.

As perdas e os ganhos, com os quais se lida o tempo todo, a cada escolha que se faz, podem ser vistos de mais de uma forma, a depender da perspectiva que se adota. Isso não significa que tudo ao redor é indiscriminadamente relativizável, mas sim que nada é monoliticamente absoluto.

Com essa perspectiva, é possível e é legítimo buscar extrair o melhor de cada acontecimento, de maneira honesta e equilibrada. Na atuação docente, por exemplo, pode-se interpretar um mesmo acontecimento como sendo um passo à frente ou para trás na realização de nossos planos, mas podemos aprender a ampliar nosso olhar sobre a realidade ao redor, tal que o sentido desse acontecimento tenha componentes de engrandecimento humano. É assim, desenvolvendo a habilidade de pôr em perspectiva os fatos da vida, que se ajustam os planos, projetos e propósitos.

Observe agora a imagem ao lado. É uma obra artística produzida por Maurits Cornelis Escher (1898-1972), artista holandês conhecido principalmente por suas xilogravuras e litografias. Em seu trabalho, ele explorou múltiplas possibilidades gráficas de representação do infinito e de padrões geométricos, compondo impressionantes efeitos com base em ilusões de ótica.

A litografia intitulada *Relatividade*, de 1953, apresenta uma escada impossível de ser construída na realidade, desenhada em ângulos diferentes. Pessoas circulam pela escada desafiando a lei da gravidade e causando estranhamento no espectador.

Vamos pensar em um possível contraponto com a escada idealizada por Escher e nossos projetos de vida?

- Que aspectos da imagem você consegue relacionar aos acontecimentos de sua vida pessoal e profissional?
- Na vida, é possível ignorar o que é factível, viável ou exequível nos planos e nas escolhas?
- Por que é importante traçar metas realistas para atingir seus sonhos?
- Que tempo dedica às relações afetivas com as pessoas com quem cruza nos caminhos da vida?
- Que importância as outras pessoas têm na realização de seus projetos?
- Qual é a importância de termos um projeto de vida nas diferentes etapas de nossa existência?
- Você já traçou algum projeto de vida de modo consistente? Colocou esse projeto em prática?



M.C. Escher's "Relativity" © 2013 The M.C. Escher Company-The Netherlands. All rights reserved. www.mcescher.com

A importância do professor de Física

Professores, inclusive os da área de Física, nem sempre têm clareza de sua efetiva contribuição para a sociedade. Essa, porém, é uma reflexão vital e necessária, pois a consciência de seu papel social e da importância de seu trabalho na formação de jovens estudantes é algo que alimenta e que dá ânimo para superar eventuais dificuldades que surgirem nos caminhos da docência.

Nas aulas de Ciências da Natureza as diferentes gerações têm seu primeiro contato com uma forma sistematizada de observar a natureza e o mundo ao redor. Isso confere à atuação do professor de Física um papel de extrema relevância no desenvolvimento da sociedade, mas muitas vezes ele não se dá conta dessa grandeza. Todavia, ao refletir sobre as trilhas da vida que o levaram a lecionar, provavelmente constatará que o alcance de sua ação extrapola uma simples aula. Ser professor de Física é atuar no plano de desenvolvimento intelectual, social, científico e tecnológico de uma nação. Trata-se de um propósito grandioso, de algo a ser valorizado em um projeto de vida.

Projetos de vida são singulares, e os caminhos à docência podem variar. Seja atuando na Educação Básica, seja no Ensino Superior, descobrir-se um educador torna-se uma caminhada muito mais recompensadora quando se abraça a identidade e o honroso trabalho da docência, reconhecendo e valorizando o papel social de propiciar aos cidadãos em formação um entendimento das ideias centrais e do modo de pensar da Física, ciência tão relevante na contemporaneidade.

Ao mesmo tempo, ser professor de Ciências da Natureza na Educação Básica não implica abdicar de ser pesquisador. A dimensão da pesquisa, que caracteriza a produção de conhecimento, não precisa ser restrita àquelas que estão em laboratórios ou em projetos dentro das universidades. Incluir a pesquisa como parte da prática docente colabora para a construção do professor reflexivo.

O docente é um agente de transformação social; participa do processo de formação integral de todos os profissionais, medeia aprendizagens sobre a vida, a sociedade e o Universo e contribui para desenvolver habilidades, competências e valores fundamentais para os estudantes.

Luciana Whitaker/Pulsar Imagens



A atividade docente tem o papel social de ajudar a formar cidadãos. Na fotografia, aula de Física no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso (IFMT). Pontes e Lacerda (MT), 2018.

Ampliando

BEJARANO, Nelson Rui R.; CARVALHO, Anna Maria P. de. A história de Eli: um professor de Física no início de carreira. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 2, p. 165-178, 2004.

Artigo que avalia a trajetória de um professor de Física em início de carreira e alguns dos desafios que ele enfrenta em sala de aula.

Relativamente recente no Brasil, o movimento que valoriza a pesquisa na formação docente ganhou força com a publicação da coletânea *Os professores e sua formação*, organizada por António Nóvoa (1992). Nela, diversos autores discutem a formação de professores sob a premissa da necessidade de realização de pesquisa em Educação para atender a demandas do ensino. Desde então, vêm sendo feitos vários estudos que buscam explorar o papel da pesquisa na construção do professor reflexivo.

Um levantamento feito por Fagundes (2016, p. 283) mostra que os trabalhos que visam aproximar a docência de uma prática de pesquisa se ocupam de questões como:

- Quem é o professor-pesquisador e o professor reflexivo?
- Quais são as suas características?
- Quais são os elementos e a natureza da sua pesquisa?
- A pesquisa do professor é uma pesquisa científica?
- De que professor e de que pesquisa está se tratando, quando se fala em professor-pesquisador?
- Que condições tem o professor que atua nas escolas para fazer pesquisas?

São muitas e variadas as questões a serem investigadas em Educação e no cotidiano da escola. Tratam-se de questões que envolvem a comunidade escolar e que impactam a aprendizagem: novas metodologias, estratégias de ensino inclusivas, percepção dos estudantes sobre determinados temas, combate à evasão, entre tantas outras.

Essas questões podem instigar os professores a desenvolver pesquisas, seja por meio da participação como estudante em programas de pós-graduação, seja por convênios entre esses programas e a escola onde trabalha, ou por sua iniciativa pessoal, em articulação com colegas de trabalho, estudantes e comunidade escolar.

Cada professor tem uma história particular de como chegou nessa profissão. Entretanto, tomar consciência e valorizar o caminho que permitiu ser quem é possibilita uma reflexão crítica sobre onde se está e para onde se quer ir daí em diante, bem como sobre o que os estudantes, suas famílias e a sociedade esperam do professor.

Nesta tomada de consciência, um dos passos iniciais é lembrar o que e/ou quem o influenciou ao longo desse caminho de vida. Para muitos, as experiências como estudante na escola forjaram o desejo de ser professor, ou ao menos as estratégias colocadas em ação ao construir a identidade docente e o modo de agir em suas práticas. Seja para reproduzir, seja para transformar a imagem de professores que serviram de modelo, de maneira geral tomar consciência de sua opção docente costuma levá-lo de volta às escolas onde estudou.



A atuação de um professor vai muito além do ato de dar aula, inclui longos períodos de tempo dedicados ao estudo e à pesquisa.

Eu, professor

- Que professores me influenciaram nos aspectos social e profissional de minha vida e de que maneira?

Outro aspecto que costuma ser importante na formação da identidade do professor são situações nas quais alguém aprendeu com sua ajuda. A possibilidade de fazer parte do processo de crescimento intelectual de alguém (colega, irmão mais novo etc.) é algo que traz bem-estar e satisfação, além da sensação de pertencimento e de estar colaborando com outra pessoa. Ao nos tornarmos professores, desenvolvemos essa dimensão afetiva que tanto impede o desejo de contribuir com a educação dos estudantes. Mesmo sem nos darmos conta, muitos fatores da dimensão afetiva marcam nossas escolhas e o caminho que nos levou ao ponto onde estamos.

Muitos professores relatam que não deixam a profissão por causa de seus estudantes, mesmo quando aparecem opções com melhor remuneração ou melhores condições de trabalho. Sim, os mesmos estudantes que são fonte contínua de preocupação, e por vezes de frustrações, são também destinatários constantes de afeto, não apenas pelas relações sociais que os professores estabelecem com eles mas pela possibilidade de vê-los crescer intelectualmente e emocionalmente com sua ajuda, e tornarem-se sujeitos que desvendam novas possibilidades de melhorar a vida por meio do que lhes é oferecido como fundamento para entender o mundo natural e social e para seguir aprendendo sobre ele por toda a vida.

Nesta Unidade 2, há propostas de vivências com o objetivo de apoiar uma análise de sua própria atuação, identificando aspectos de sua carreira, seu contexto social e características pessoais que contribuam para a elaboração de um projeto de vida.

Embora em escala menor, mais sintetizada, procuramos contemplar e integrar os três eixos essenciais na construção de projetos de vida: o Eu – destacando o autoconhecimento e enfatizando a autoestima e a autoconfiança –, o Outro – com foco na interação com o outro e em como as identidades são formadas nas relações, bem como na importância e no potencial dos encontros e interações – e o Nós – valorizando o trabalho coletivo e a transformação social promovida pelas relações sociais solidárias, pautadas no diálogo, na empatia e na colaboração.

Para isso, elaboramos algumas atividades e ações práticas pautadas nos referidos eixos. Elas visam colaborar para o fortalecimento de sua identidade docente e ajudá-lo a estabelecer objetivos e traçar metas de forma planejada, lidando com obstáculos, desafios e frustrações, que fazem parte da vida de qualquer ser humano e profissional.

Analisar minha atuação docente e construir meu projeto de vida

As vivências docentes, tanto no ambiente escolar como fora dele, são compostas de um conjunto de ações, atividades e acontecimentos que combinam conhecimentos e experiências de vida do professor em sua relação com o ensino, a carreira e o mundo. Mesmo que todos os instantes da vida docente possam ser pensados como vivências, o livro apresenta propostas a serem colocadas em prática por você e seus colegas professores. Elas têm uma estrutura e uma organização concebidas de modo a fazer convergir as situações vividas com o objetivo de reflexão, do encontro, de um propósito na carreira e/ou de um balanço sobre propósitos assumidos.

Eu, professor

- Lembro de alguma vez ter agradecido a um professor por um aprendizado que significou muito para mim?
- Lembro de ter recebido um elogio ou agradecimento de algum estudante?

O termo **propósito** é aqui aplicado em um sentido estrito, conforme descrito por Damon, Menon e Bronk (2003), para quem o propósito é um conjunto estável de intenções que miram, de maneira generalizada, a realização de algo que seja significativo para si e, dessa forma, tornem-se realizações significativas para o mundo que está além do “eu”. Nesse sentido, reforçam os autores, as realizações podem ser materiais ou não, internas ou externas, pois sua principal característica não consiste em ser concreta, mas sim em promover um senso de direção. Decerto, ter tal senso é fundamental para a construção da identidade de cada um, para o estabelecimento de planos de vida, para a satisfação com nossas ações e carreiras, podendo ser, até mesmo, uma ferramenta para lidar com as dificuldades e os desgastes da trajetória docente.

Os propósitos são semelhantes a objetivos ou metas. Contudo, são mais amplos, abrangendo mais do que aquelas metas cotidianas, como “terminar de preencher essas pautas até sexta-feira” ou “não me atrasar para o compromisso de hoje à noite”. Propósitos são um elemento da busca individual que todo ser humano empenha por sentido – sentido para sua vida, suas ações, as circunstâncias em que se encontra. No entanto, são também marcados por componentes externos, visto que um propósito pode incluir o desejo de fazer uma diferença positiva para o mundo. Mesmo assim, o propósito difere do sentido em si mesmo: nem sempre o sentido mira um ponto definido à frente, enquanto o propósito se faz definindo esse ponto, definindo uma realização clara, para que se possa, com base em sua colocação como horizonte, progredir em determinada direção, ainda que, sem dúvida, constantemente alterada pelas contingências da vida.

Não se deve, pois, fazer do propósito alguma base para uma visão determinística da existência, porque a vida é cheia de imprevistos e adversidades que tornam pouco produtivo e também pouco satisfatório, em termos de realização pessoal e profissional, assumir tal visão. O propósito deve ser tomado, assim, apenas como uma visão de futuro definida, a qual pode tornar alguém mais capaz de lidar com as contingências, com as mudanças de direção que a vida pode trazer. Afinal, se temos um propósito definido, podemos ser mais capazes de retornar ao que entendemos ser nosso caminho, ao sentir o impacto de tais contingências.

A construção de propósitos em sua ação docente aproxima o professor do desenvolvimento de seus projetos de vida. Um projeto de vida, como descrito por Leão, Dayrell e Reis (2011, p. 1071), remete a “um plano de ação que um indivíduo se propõe a realizar em relação a alguma esfera de sua vida (profissional, escolar, afetiva etc.) em um arco temporal mais ou menos largo”. Também Moran (2013, p. 1) aponta que um projeto de vida:

[...] representa o que o indivíduo quer ser e o que ele vai fazer em certos momentos de sua vida, bem como as possibilidades de alcançá-lo. Projeto de vida, num sentido amplo, é tornar conscientes e avaliar nossas trilhas de aprendizagem, nossos valores, competências e dificuldades e também os caminhos mais promissores para o desenvolvimento em todas as dimensões. É um exercício constante de tornar visível, na nossa linha do tempo, nossas descobertas, valores, escolhas, perdas e também desafios futuros, aumentando nossa percepção, aprendendo com os erros e projetando novos cenários de curto e médio prazo. É um roteiro aberto de autoaprendizagem, multidimensional, em contínua construção e revisão, que pode modificar-se, adaptar-se e transformar-se ao longo da nossa vida.

Propósitos são um elemento da busca individual que todo ser humano empenha por sentido.

Os propósitos possibilitam uma amplificação do alcance das realizações e, assim, promovem a elaboração e o desenvolvimento dos projetos de vida, conferindo sentido à atuação e à carreira docente. A BNCC estabelece de maneira explícita o desenvolvimento de Projetos de Vida dentro do arcabouço de competências gerais a serem desenvolvidas no Ensino Médio. Isso pode ser visto em uma das competências gerais da Educação Básica (BRASIL, 2018, p. 9, grifo nosso):

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu **projeto de vida**, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

A escola é, portanto, também o local em que se pode:

[...] consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral dos estudantes, atendendo às finalidades dessa etapa e contribuindo para que cada um deles possa construir e realizar seus projetos de vida, em consonância com os princípios da justiça, da ética e da cidadania. (BRASIL, 2018, p. 470).

Se, de um lado, a elaboração e execução de projetos de vida é competência a ser desenvolvida pelos estudantes, também o docente pode se valer dessa elaboração para reorganizar sua carreira. Ao orientar sua atuação escolar por propósitos, o professor passa a inserir suas atividades docentes específicas (aulas, atividades, eventos etc.) dentro de um quadro de realizações mais amplo, como o crescimento dos estudantes como cidadãos conscientes, o desenvolvimento cultural da sociedade e seu próprio desenvolvimento pessoal e profissional. Então, para além dos aspectos pragmáticos da atuação docente, uma atuação com propósito, estruturada em um projeto de vida, leva-nos a entender que, uma vez sendo professores, somos “molas” de transformação.

Uma vez que o professor faz a mediação para que os estudantes desenvolvam as habilidades e competências básicas para a construção do projeto de vida deles, o desenvolvimento de seu próprio projeto de vida impactará e será impactado pelo projeto de vida dos estudantes. Assim, o trabalho com projetos de vida traz contribuições tanto para a formação dos alunos quanto para a formação do educador. Esse impacto mútuo é conhecido como **simetria invertida** e **homologia de processos**, citados por Alarcão (1996). Esses conceitos podem ser entendidos sob a perspectiva de coerência entre a formação e o trabalho docentes e destacam a importância de vivenciar, nos programas de formação docente, as atitudes, os modelos didáticos, as capacidades e os modos de organização que se pretendem nas práticas pedagógicas com os estudantes. Por exemplo, um professor de Física formado na perspectiva de professor-pesquisador provavelmente terá mais facilidade em aplicar a pesquisa como princípio educativo em suas aulas na Educação Básica.



As atividades docentes podem colaborar para o professor atingir realizações dentro de seu propósito.

GLOSSÁRIO

Homologia de processos: o que se reflete do exterior, sobre uma situação de outrem, ajuda a compreender o que se passa consigo.

Simetria invertida: a atuação do professor ocorre num *locus* similar ao seu *locus* de formação, que demanda coerência entre a formação e a atuação do professor.

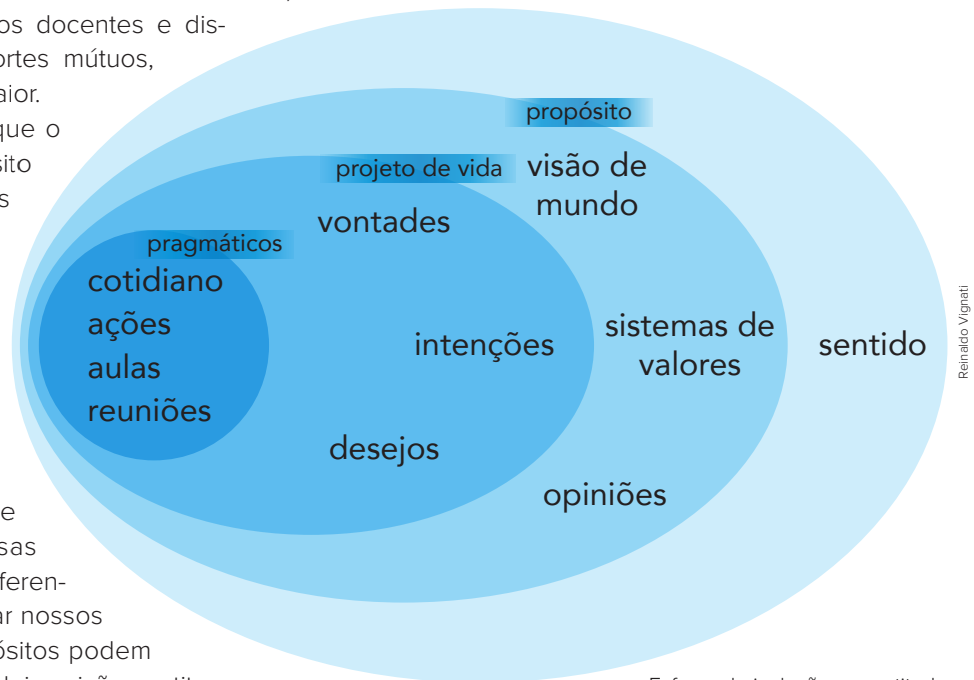
Uma vez que as ações do professor estejam orientadas para um propósito e alinhadas ao projeto de vida que ele almeja, isso também contribui para que os estudantes possam incluir em seus quadros de realizações, ou seja, em seus propósitos, as motivações dos objetos de aprendizagem. Assim, no caso do ensinar, aprender Física deixa de atender apenas a uma demanda de curto prazo, como ter bom desempenho em processos seletivos como o Enem, e passa a envolver um objetivo mais amplo, no âmbito do desenvolvimento pessoal, emocional e social. Essa interação entre os projetos de vida do professor e os projetos de vida dos estudantes é natural e esperada, reforçando a relevância da vivência aqui proposta. Ambos, professores e estudantes, podem assim perceberem-se como cidadãos e integrantes da construção da vida familiar, escolar, comunitária, regional e global. Isso favorece a ampliação de seus horizontes e perspectivas em relação a oportunidades e crescimento na carreira.

Um projeto de vida não pode operar no vazio e, por isso, é sempre situado em um campo de possibilidades caracterizado pelo entorno social. Dessa maneira, há uma interface entre projetos de vida de diferentes pessoas, que podem até ser conflitantes. No entanto, o contexto é o elemento de convergência. No contexto escolar, marcado pelo desenvolvimento humano, os diferentes propósitos, dos docentes e discentes, podem ter suportes mútuos, dentro de um objetivo maior.

Há que se reforçar que o projeto de vida e o propósito não se desconectam das ações cotidianas, mas modificam o sentido que damos a elas. Entretanto, muitas vezes nossos projetos de vida e nossos propósitos não estão claros para nós mesmos. Por isso, é útil e vantajoso organizar de forma estruturada nossas próprias aspirações. As diferentes formas de representar nossos projetos de vida e propósitos podem auxiliar a organização de ideias, visões e atitudes, possibilitando a definição de passos específicos que venham a nos aproximar de nossos planos de ação.

A seguir são propostas algumas vivências e atividades que o auxiliarão na construção de um projeto de vida. Não são atividades que visam definir quem você é, tampouco construir qualquer julgamento de valor a respeito de sua pessoa. Num sentido bem específico, são atividades que pretendem oferecer uma oportunidade para que você possa colocar no papel um pouco de você, por você e para você. Dessa forma, poderá observar com um olhar ampliado aspectos de sua realidade e definir dimensões de vida que você entende que são uma força sua e outras como áreas nas quais você pode avançar, repensar e crescer.

Esse olhar para dentro de si mesmo deverá favorecer o olhar para o Outro e para o Nós, ampliando e articulando o conhecimento e o significado social das dimensões pessoal, cidadã e profissional. Portanto esperamos que esse exercício de autoconhecimento colabore para o fortalecimento de sua identidade como professor de Física e o leve a conhecer-se mais profundamente, reconhecendo como e por que ensina.



Esferas de inclusão para atitudes cotidianas. À esquerda, atitudes mais específicas, movidas por demandas pragmáticas da carreira docente; à direita, a construção do sentido da carreira, movida pela construção de propósito.

Vivência 2

História da ciência, gênero e projeto de vida

Na BNCC, a parte referente à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – Ensino Médio diz:

[...] A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. [...] A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, **nos projetos de vida**, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. Na mesma direção, **a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas** e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por **condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura**. [...] (BRASIL, 2018, p. 550, grifos nossos).

Sem ter a pretensão de formar cientistas na Educação Básica, a escola pode promover estratégias diversificadas que estimulem o interesse e o prazer pelo aprendizado científico e incentivem, nesse aprendizado, as diferentes formas de ser e pensar. Por isso, apresentar exemplos de pessoas de diferentes gêneros, etnias e classes sociais que escolheram a Física como carreira ajuda a fomentar a discussão sobre inclusão no âmbito de projetos de vida. Sem romantizar nem reduzir a nomes e datas, essas abordagens podem se valer dos contextos sócio-históricos da produção da ciência para avaliar fatores de promoção de exclusão, comparando problematizações do passado com o presente e fazendo projeções que contemplem a democratização do acesso ao conhecimento científico e a mitigação das desigualdades.

Dimensão: 1.

Material:

- computadores e/ou celulares conectados à internet ou publicações impressas atualizadas sobre a carreira docente em Física;
- material para registro das respostas.

Tempo: dois períodos de uma hora, sendo um para leitura e pesquisas e outro para discussão das questões.

Luciana Whitaker/Pulsar Imagens



A adoção de uma diversidade de estratégias curriculares tem o potencial de estimular estudantes com diferentes interesses. Na fotografia, estudantes experimentam o gerador de Van de Graaff.

Mulheres na Física

Estes são trechos de carta da profa. dra. Laura Hoopes (2012) ao fórum “Mulheres na Ciência”, da revista científica *Nature*, escrita dias após ela ter assistido a uma palestra sobre exoplanetas.

Caros amigos do Mulheres na Ciência,

Durante as apresentações, ouvi dizer que Andrea Ghez, Lauren B. Leichtman e Arthur E. Levine, [...] haviam sido recentemente nomeados ganhadores do Prêmio Crafoord [...]. Ghez é a primeira mulher a receber esse prêmio [...].

Depois de tantas vezes que discutimos sobre redes de mulheres e como as mulheres na ciência muitas vezes se sentem isoladas, aqueceu meu coração vê-la rindo e falando de ciência com os oradores famosos e outros presentes, todos eles homens, mas homens que obviamente a respeitam.

HOOPEs, Laura. Andrea Ghez, astrophysicist extraordinaire. *Scitable*, Cambridge, EUA, 13 mar. 2012. Disponível em: <https://www.nature.com/scitable/forums/women-in-science/andrea-ghez-astrophysicist-extraordinaire-26187577/>. Acesso em: 17 dez. 2020.



Andrea Ghez, Prêmio Nobel de Física em 2020.

Aron Ramani/AP Photo/Glow Images

Posteriormente, em 2020, Andrea Ghez recebeu o Prêmio Nobel de Física, tornando-se a quarta mulher na história a receber o prêmio, que é anual e existe desde 1901. Essa informação evidencia que há uma baixa representatividade feminina na Física. Some-se a isso o fato de a cientista Marie Curie, primeira mulher a ganhar um Prêmio Nobel, em 1903, e a primeira pessoa a ganhar dois prêmios Nobel (com seu Nobel de Química em 1911), ter sido impedida de ingressar na Academia Francesa de Ciência por ser mulher.

Devemos nos perguntar quais são as razões históricas de tamanha exclusão. Mais ainda, é necessário buscar maneiras de mitigar essa desigualdade histórica, de modo que toda a diversidade seja contemplada com acesso justo e adequado à Ciência. Por isso, propomos as atividades a seguir.

1. Reflita sobre as questões a seguir, registre suas ideias e compartilhe-as com os colegas professores.
 - a) Será que nossas práticas e nossos currículos incentivam com igualdade estudantes de todos os gêneros a se envolver ativamente na aprendizagem de Física, até mesmo para buscar continuar seus estudos nesse campo das Ciências da Natureza?
 - b) Como o trabalho contextualizado no âmbito da História da Ciência, destacando o papel de mulheres na Física, pode colaborar para uma abordagem envolvendo gênero e participação feminina no campo da ciência e tecnologia?
 - c) De que modo nossas percepções e expectativas docentes afetam as práticas e o relacionamento com estudantes de diferentes gêneros ao ensinar Física? Que impacto isso pode ter nos projetos de vida desses estudantes?
2. Você e/ou a escola onde trabalha costumam estimular estudantes a participar de eventos como as Olimpíadas de Física, feiras de Ciência e Tecnologia e similares? Organizam visitas guiadas a museus e outros espaços não formais de educação em Ciências? Consideram essas iniciativas importantes para o estímulo às carreiras científicas ou docência em Ciências da Natureza? Explique.
3. Proponha uma atividade a ser desenvolvida com os estudantes com foco nas vocações científicas, em especial na Física.
4. Se possível, convidem profissionais de gêneros variados que atuem na Física para conversar com seus estudantes e contar como foi a opção pela carreira.
5. Pesquisem e interpretem dados atualizados em *sites* e outras publicações confiáveis sobre a presença e atuação feminina nas pesquisas, cursos de bacharelado e licenciaturas em Física.

Vozes

A profa. dra. **Sonia Guimarães** é docente no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e atuante na questão da igualdade racial e de gênero na ciência brasileira. Foi a primeira mulher negra brasileira a conquistar um doutorado em Física, obtido na Universidade de Manchester, na Inglaterra. A trajetória acadêmica de Sonia – estudante de escola pública – é fonte de inspiração e superação.

Empenhada no movimento contra o racismo e a discriminação de gênero, ela é membro da Associação Brasileira de Pesquisadores Negros (ABPN), do Grupo de Trabalho Equidade Racial em Física da Sociedade Brasileira de Física (SBF), conselheira fundadora da ONG Afrobras e mantenedora da Universidade Zumbi dos Palmares, entre outras posições de liderança no meio científico.

Profa. Sonia Guimarães.



Acervo pessoal de Sonia Guimarães

Nós, comunidade escolar

Como a escola vem lidando com a inclusão e a pluralidade de ideias?

É fundamental que haja o esforço pela construção de uma atuação docente, de um currículo e de uma escola que sejam mais justos e inclusivos. E isso implica se questionar:

- O quanto nossas práticas pedagógicas têm colaborado para a valorização da diversidade humana em suas múltiplas dimensões?
- De que maneira a Física, como componente curricular da área de Ciências da Natureza, pode contribuir para o enfrentamento de práticas que perpetuam a exclusão de minorias, como racismo, LGBT+QIA+fobia, sexismo, xenofobia, *bullying*, *cyberbullying* e tantas outras pautadas na intolerância, no preconceito e na discriminação?
- Como realizar projetos que envolvam a comunidade para construir e/ou consolidar valores democráticos, solidários e empáticos?
- Como o ensino e a aprendizagem de Ciências da Natureza podem ajudar a desmistificar tabus e romper concepções equivocadas que comprometem a saúde, o bem-estar coletivo e individual, a sustentabilidade ambiental e nosso próprio papel como cidadãos no mundo?
- Em meio a um contexto social de ampla disseminação de *fake news*, com conteúdos pseudocientíficos, negacionistas e discursos de ódio, como potencializar nossas aulas como espaço de debates, problematização e acesso ao conhecimento científico sem desqualificar as referências socioculturais dos estudantes?
- Como sensibilizar a comunidade escolar para a importância de construir relacionamentos baseados na convivência social dialógica e na abertura que caracterizam os ideais republicanos?

Não se pode ignorar a existência de controvérsias e conflitos. A área de Ciências da Natureza contempla temas ligados a aspectos de grande relevância na sociedade. Abrir canais de comunicação e debate de ideias nas salas de aula é ponto de partida para a mediação de conflitos e ampliação de referências entre os estudantes, de modo a incluir as formas de a ciência enxergar o mundo em suas visões e tomadas de decisão.

Vivência 3

A Roda da Vida e o conhecimento de si mesmo

A Roda da Vida é uma ferramenta simples destinada ao autoconhecimento e que aborda áreas relevantes para a autorrealização. Consiste em um círculo com setores circulares divididos em aspectos sobre os quais a pessoa declara um nível de satisfação, variando de zero (nada satisfeito) a dez (muito satisfeito).

O diagrama ao lado pode ser adaptado, uma vez que não há modelo que possa incluir todas as facetas que compõem a vida de uma pessoa no âmbito de uma sociedade complexa. Ele inclui aspectos individuais e sociais, pessoais e profissionais, objetivos e subjetivos, de modo a produzir um modelo imagético para um exercício de autoavaliação.

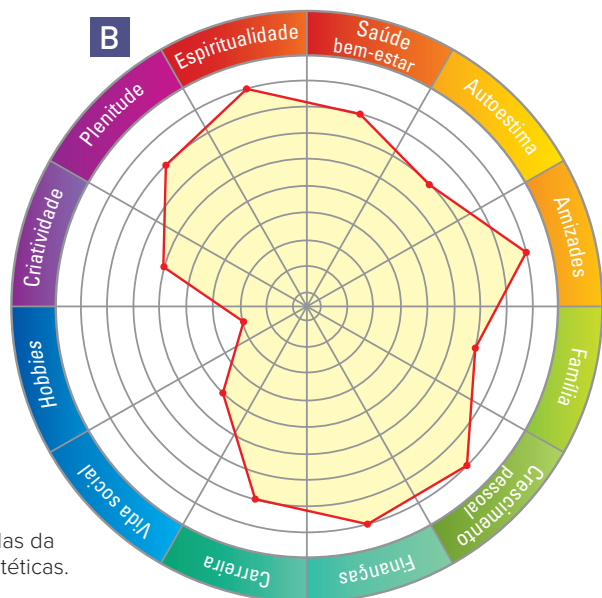
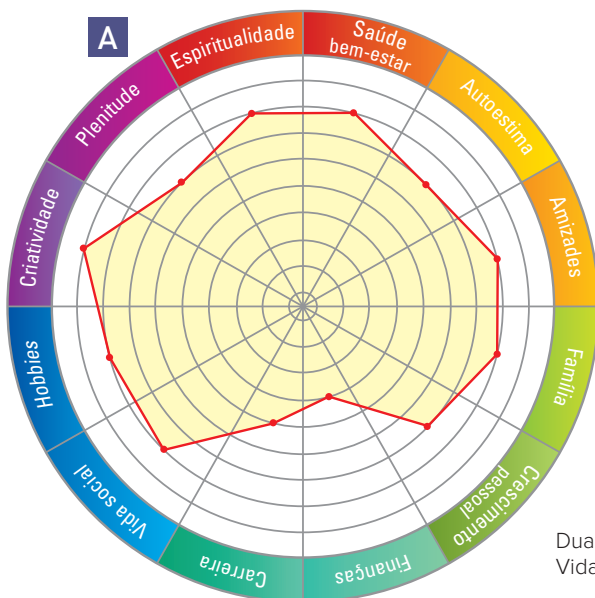
A Roda da Vida busca destacar aspectos da vida que merecem uma atenção maior. Embora tenha surgido como ferramenta no âmbito da gestão de recursos humanos corporativos, a Roda da Vida vem sendo adaptada com sucesso para o desenvolvimento de projetos de vida no ambiente escolar (SILVA SANTOS *et al.*, 2020). Aqui sugerimos essa ferramenta para auxiliar a organização inicial e o acompanhamento do desenrolar do seu projeto de vida. Como exemplo, analise as duas Rodas da Vida a seguir.

Dimensões: 1 e 4.
Material: material para registro.
Tempo: dois períodos de quatro semanas, um para cada Roda da Vida, com um momento reservado para revisar cada uma delas a cada semana.



Ilustrações: Reinaldo Vignati

Diagrama de Roda da Vida com dimensões de satisfação individual representadas.



Duas Rodas da Vida hipotéticas.

1. Analise, na página anterior, o resultado da aplicação da Roda da Vida por duas pessoas. Qual delas apresenta uma demanda por organização financeira e profissional? E qual delas se encontra numa demanda por mais diversão?

A Roda da Vida não tem padrão de preenchimento correto ou errado, apenas ajuda a construir um retrato autoavaliativo de um estado no qual você está. Tampouco tem um preenchimento fixo. Em momentos diferentes da vida, teremos avaliações distintas sobre as dimensões do campo pessoal e profissional, por exemplo.

Ao preencher uma ferramenta de autoavaliação como esta, você pode também observar aspectos cruzados que possam interferir em seu estado social e emocional em determinada época de vida. Isso pode auxiliar no ajuste de seu projeto de vida e na reorganização de seus planos de ação, de modo a potencializar as chances de alcançar os propósitos construídos. Além disso, existe a possibilidade de repetir essa autoavaliação de tempos em tempos, o que pode ajudar a acompanhar a evolução de sua satisfação com as dimensões de vida que venham a estar em desequilíbrio com seu propósito, possibilitando ajustes ao longo do percurso.

2. Como forma de desenvolver o conhecimento de si mesmo, reserve quatro semanas e, uma vez a cada semana, preencha sua Roda da Vida, conforme os modelos da página anterior. Avalie a evolução nos diagramas das quatro semanas seguidas. Use essa avaliação para identificar qual(is) área(s) de sua vida está(ão) consistentemente com menor satisfação. Analise e reflita como poderia mudar esse cenário por meio da inclusão de algum planejamento objetivo para os próximos meses ou anos.

Roda do professor de Física

A Roda da Vida que você observou na atividade anterior pode ser adaptada para que elementos da atuação do professor de Física sejam analisados e que, com isso, uma reflexão possa ser feita, indicando quais aspectos merecem mais sua atenção. Vamos, então, incluir uma roda semelhante à anterior, mas voltada a dimensões específicas de sua atuação docente em Física. Chamemos de Roda do Professor de Física.

Com frequência nos dedicamos mais a uns aspectos de nossa atuação do que a outros. Por vezes, temos muito interesse por novidades da Física, mas não nos ocupamos tanto com as novas abordagens de ensino. Em outros casos, temos uma relação muito boa com os estudantes, mas passamos por dificuldade de bastidores, ou vice-versa. Às vezes, estamos tão focados em nosso trabalho que deixamos de lado os programas culturais, tão necessários à diversificação de nossos saberes. Isso é natural da condição humana e da nossa atuação profissional.

3. Preencha a Roda do Professor de Física e acompanhe sua dinâmica por quatro semanas, observando quais aspectos de sua atuação como docente merecem mais sua atenção.



Atividade 1

Identificando meus interesses

Cada ser humano constrói, ao longo da vida, uma diversidade de habilidades e interesses que vão além da sua atuação profissional. Frequentemente esses interesses ganham forma em nossos *hobbies* e nossas atividades em momentos livres.

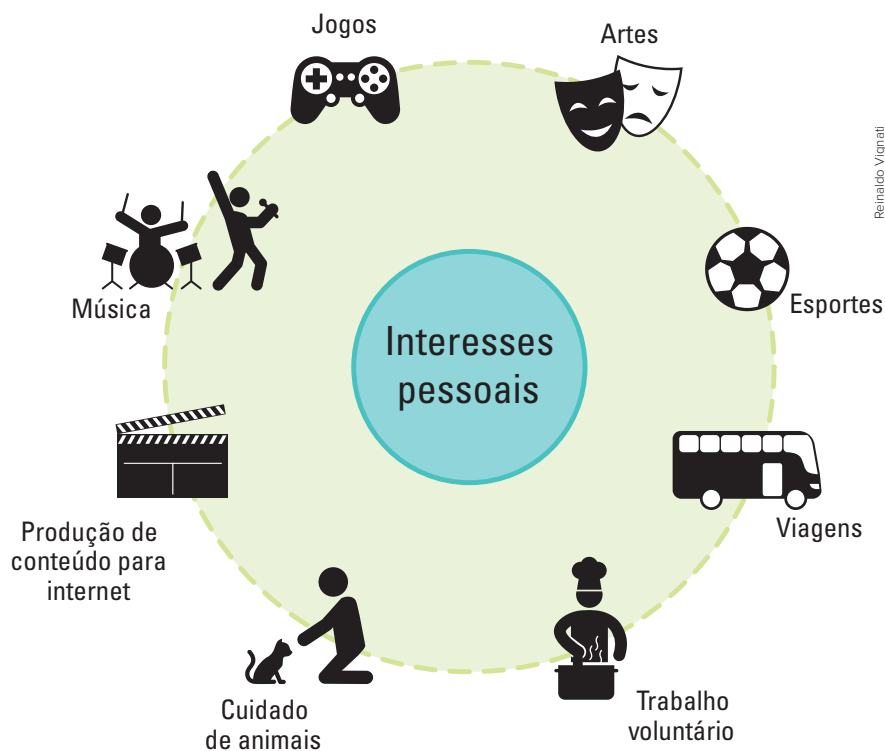
Por vezes, nossos interesses estão latentes e ainda não se manifestam com ações. Na qualidade de educadores, quando vamos à sala de aula, carregamos conosco nossos interesses. Uma professora que se interesse por tecnologia provavelmente recheará seus exemplos de situações físicas com novos avanços dessa área. Um professor que se interesse por cinema possivelmente pontuará cenas de filmes para explorar temas das ciências naturais. Um professor músico recorrerá à música como repositório de exemplos vividos. Mas por vezes não nos damos conta de quais são nossos repositórios de experiências individuais.

Na sobreposição de interesses individuais e atuação docente, produzimos muito de nossas satisfações e realizações. Assim, um projeto de vida de um docente que mire planejamento de médio e longo prazo passa também pelo levantamento de seus interesses pessoais, muitas vezes construídos fora da vida escolar, e pelo vislumbre de formas de convergir esses interesses com nossas ações escolares.

Conforme mostrado na figura acima, há uma diversidade de interesses possíveis que podemos identificar em nossa vida. Mesmo que não percebamos, carregamos nossos interesses e identidades para nossa forma de atuar como professores. Daí a importância de identificar tais interesses para a busca de convergências com nosso projeto de vida docente, como meio de potencializar o alcance de nosso propósito.

1. Escreva uma lista com cinco interesses pessoais, externos à escola, contemplando atividades que lhe dão muita satisfação. A lista pode incluir atividades que você tem vontade de desenvolver, mas que ainda não concretizou por motivos diversos.
2. Liste estratégias que podem criar convergências entre seu trabalho docente e seus interesses pessoais. Estas são estratégias que você pode colocar em ação, de modo a aumentar sua satisfação profissional e ir na direção de seu propósito.

Dimensões: 1 e 4.
Material: material para registro.
Tempo: duas semanas, sendo a primeira para leitura e reflexão e a segunda para desenvolver as atividades.



Esquema com várias possibilidades de interesses individuais.

Reinaldo Vignati

Vivência **4**

Levantamento de habilidades socioemocionais

Os interesses pessoais de uma pessoa são motivados, moldados e, por vezes, abandonados devido a fatores que vêm de uma relação intrincada entre suas emoções, seu bem-estar e suas visões de mundo. Por isso, mapear algumas das próprias competências socioemocionais possibilita colocar em prática nossos projetos de vida e nossos propósitos.

O documento *Dimensões e desenvolvimento das competências gerais da BNCC* foi elaborado por uma ONG com a intenção de auxiliar a implementação das novas propostas e dos novos elementos curriculares da BNCC. Esse documento aponta algumas características aderentes ao desenvolvimento de projetos de vida, considerando as competências socioemocionais. Embora tenha sido pensado, inicialmente, para os projetos de vida dos estudantes, as mesmas competências socioemocionais podem ser consideradas para professores que, em sua condição humana, lidam com os mesmos aspectos e são, da mesma forma, por eles influenciados.

Esta atividade é construída em quatro momentos, nos quais algumas das competências socioemocionais são nomeadas para que, então, interações reflexivas sejam feitas com colegas docentes.

1. Examine as competências socioemocionais a seguir e avalie como as características de cada uma delas podem ser dirigidas a um projeto de vida docente. Pesquise na internet a possível relação delas com sua atuação docente.

Determinação	Compreensão do valor e utilização crítica de estratégias de planejamento e organização, com estabelecimento e adaptação de metas e caminhos para realizar projetos presentes e futuros. Manutenção de foco, persistência e compromissos.
Esforço	Compreensão do valor do esforço e trabalho árduo para alcance de objetivos e superação de obstáculos, desafios e adversidades. Investimento na aprendizagem e no desenvolvimento para melhoria constante. Construção de redes de apoio.
Autoeficácia	Confiança na capacidade de utilizar fortalezas e fragilidades pessoais para superar desafios e alcançar objetivos.
Perseverança	Capacidade de lidar com estresse, frustração, fracasso, ambiguidades e adversidades para realizar projetos presentes e futuros. Busca e apreciação de atividades desafiadoras.
Autoavaliação	Reflexão contínua sobre seu próprio desenvolvimento e sobre suas metas e objetivos. Consideração de devolutivas de pares e adultos para análise de características e habilidades que influenciam sua capacidade de realizar projetos presentes e futuros.

Fonte: DIMENSÕES e desenvolvimento das competências gerais da BNCC. *In*: MOVIMENTO PELA BASE. [S. l.], mar. 2018, p. 38. Disponível em: http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf. Acesso em: 24 nov. 2020.

2. Converse com os colegas de área e discuta com eles propostas que impliquem atitudes que favoreçam o desenvolvimento das habilidades descritas no quadro, tanto em vocês quanto nos estudantes.
3. Acesse o documento mencionado e avalie que outros aspectos socioemocionais podem ser desenvolvidos.
4. Elabore com os colegas um instrumento de observação das próprias atitudes em sala de aula, que pode ser um questionário com itens a assinalar "sim" ou "não", de modo que aspectos positivos e negativos da relação professor-estudante sejam reconhecidos de maneira objetiva. Avalie como esses aspectos afetam o desenvolvimento das cinco competências socioemocionais do quadro acima.

Dimensão: 1.
Material: computador ou *smartphone* conectados à internet; lousa, papel pardo, cartolina, fita adesiva e canetas.
Tempo: um mês, sendo uma semana para cada atividade.

Arte do ofício da docência ou profissão: educador

A realização como pessoa e cidadão também passa pela autorrealização profissional. Trabalhar naquilo de que se gosta e sentir-se valorizado é um dos caminhos para essa autorrealização. Reconhecer o que nos impulsiona e inspira a seguir em frente é uma forma de promover a satisfação pessoal no cotidiano do trabalho docente. Ao mesmo tempo, sabemos que novos desafios se impõem, exigindo constante atualização e formação continuada.

Num mundo no qual as informações circulam com rapidez graças ao avanço e à popularização de tecnologias da comunicação, o papel social da escola e dos professores mudou, e isso trouxe desconforto para muitos de nós. Quando lidamos com esse incômodo, cabe trazer de volta as lembranças de como tudo começou e ressignificá-las.

- Que expectativas e sonhos nos trouxeram à docência?
- O que mudou desde então?
- Que tipos de trajetórias são possíveis na construção da identidade docente?
- Como o Eu, o Outro e o Nós podem ser considerados dimensões com características próprias, mas intimamente relacionadas, quando pensamos em trabalho, cidadania e projetos de vida?
- Como o gerenciamento da carreira ocorre no âmbito desses projetos?
- Por que ensinamos? O que nos motiva para essa atividade tão nobre?
- Como ensinamos? Como chegamos a esta nossa identidade atual como docente e a este nosso modo de ensinar os estudantes?

Convidamos você a fazer essas e outras reflexões, individuais e coletivas, todas relevantes e necessárias quando falamos de formação de professores.

Vivência 5

Construção e análise de matriz SWOT com foco em projeto de vida e plano de carreira

A matriz SWOT – sigla derivada dos termos em inglês *strengths*, *weaknesses*, *opportunities* e *threats* (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, em português) – é uma ferramenta de planejamento estratégico utilizada por organizações e empresas em geral, incluindo escolas, e por pessoas que buscam elementos para autoconhecimento e identificação de aspectos na construção de seus projetos de vida. Em português existe a versão FOFA (forças, oportunidades, fraquezas e ameaças).

No esquema da matriz SWOT, as forças e fraquezas referem-se a aspectos internos, que você identifica em si mesmo, na equipe ou instituição onde trabalha. As oportunidades e as ameaças referem-se a fatores externos. Os aspectos positivos correspondem às forças e oportunidades, já as fraquezas e ameaças são aspectos negativos, que nos desafiam.

Dimensões: 1 e 4.
Material: folha de papel branco A4, folha de papel pardo, cola, canetinhas e lápis.

Tempo:

- 2 horas para elaboração e análise da matriz individual;
- 3 horas para elaboração e análise da matriz coletiva;
- 2 horas para retomada e realinhamento de estratégias após o período de dias/meses combinado.

O exercício da reflexão sobre si mesmo e o registro de apontamentos com base nela ajudam a potencializar ou maximizar os aspectos positivos, que favorecem o alcance de sonhos, objetivos e metas. Ao mesmo tempo, ajudam a neutralizar ou minimizar os aspectos que atrapalham o alcance dos objetivos.

Sugerimos que você elabore e analise duas matrizes, uma individual e outra feita em conjunto com seus colegas professores, de modo a possibilitar uma visão do contexto coletivo de trabalho.

Individualmente, você pode considerar como contexto seu projeto de vida e/ou plano de carreira.

Na matriz coletiva sugerimos que utilizem como referência o contexto dos grupos de trabalho (por área do conhecimento, segmento de ensino e/ou toda a escola), privilegiando o desejo de avançarem no entrosamento e na sinergia da equipe.

Tudo vai depender do que consideram mais interessante e urgente focar. Entretanto, é interessante e desejável que rompam a fragmentação e o isolamento, encarando os desafios – inclusive metodológicos e logísticos, de tempos e espaços curriculares – para fazerem uma atividade integradora.

Para utilizar a matriz, proceda de acordo com as etapas a seguir.

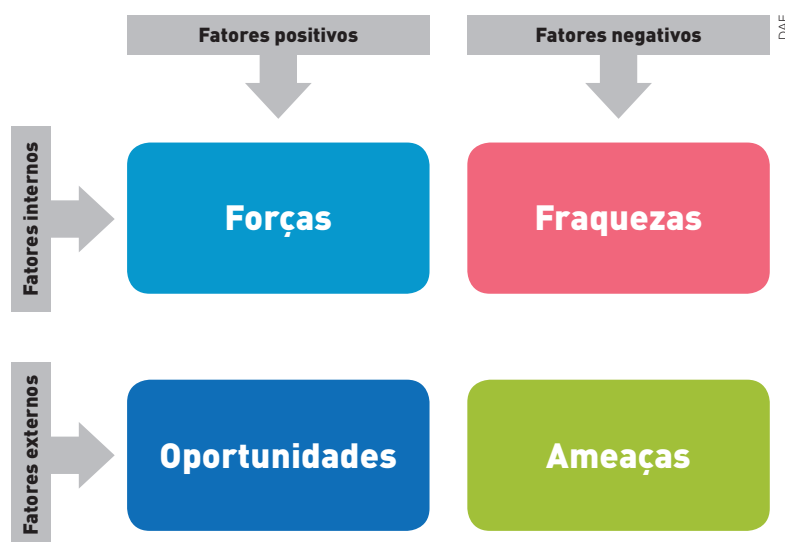
1. Divida uma folha de papel sulfite A4 em quatro partes. Em cada parte escreva o nome de um item – forças, fraquezas, oportunidades e ameaças –, como no esquema apresentado. Embaixo de cada item, descreva os aspectos designados.

A matriz coletiva pode ser feita em papel pardo, quadro branco ou lousa de modo colaborativo.

2. Se desejar, compartilhe sua matriz individual com os colegas e, juntos, procurem encontrar estratégias para enfrentar os desafios propostos.
3. Com os colegas, discutam alternativas para neutralizar ou amenizar os aspectos negativos e potencializar os positivos identificados no contexto da escola.
4. Estabeleça um período de tempo para avançar nos pontos identificados em sua matriz individual. Façam a mesma coisa no grupo. Sejam realistas e foquem em ações e estratégias exequíveis. Retomem os pontos ao fim desse período para avaliar avanços e como contornar obstáculos mais persistentes.

Após vivenciar esta experiência você estará mais instrumentalizado para utilizar a matriz SWOT com seus estudantes, colaborando não só para a elaboração de seus projetos de vida mas em todas as dimensões pedagógicas favorecidas pela reflexão e análise proporcionadas por essa ferramenta.

Vale lembrar que não existe matriz certa ou errada. O importante é o exercício de reflexão e a análise da realidade, essenciais na construção de projetos de vida e identidade docente, individual e coletiva. Você, como indivíduo, avança no autoconhecimento e se fortalece como membro de uma equipe, como participante ativo da comunidade escolar. Atividades colaborativas desse tipo consolidam uma cultura institucional que valoriza o convívio, a troca de experiências, o respeito às diferentes opiniões e diversidade de referências, trazendo riqueza de possibilidades para a viabilização de uma educação integral no âmbito de currículos inclusivos e interculturais.



Representação da matriz SWOT (ou FOFA) de identificação de fatores externos e internos que podem ser negativos ou positivos para a atuação na carreira docente.

O papel do professor e a mídiameducação

O desenvolvimento de um projeto de vida docente, uma vez que considera o futuro, exige estar atento às transformações ocorridas na sociedade. Muitas delas foram promovidas pelos avanços nas tecnologias de comunicação: novas mídias se popularizaram e isso impactou a difusão e a comunicação de ideias.

Por mídias, tratamos os meios e as tecnologias diversos, pelos quais a informação circula em um grupo social. Isso inclui veículos impressos (revistas, jornais, cartazes, folhetos etc.), audiovisuais (como canais de TV e programas de rádio), bem como as chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), marcadas pelo uso de dispositivos que possibilitam a navegação na internet (computador, *tablet*, *smartphones*, entre outros) e o acesso a *podcasts*, textos e vídeos. O uso de novas TDIC promoveu uma transformação na comunicação social contemporânea, e isso incluiu os processos educacionais.

Que importância tem a mídia no trabalho da escola e dos professores?

Visando a uma formação integral dos estudantes, um dos papéis da escola é promover a educação para uso crítico, autoral, ético e mais seguro das TDIC nos diferentes contextos da vida em sociedade. A esse desenvolvimento denominamos mídiameducação, um campo de estudo e trabalho educativo sobre as mídias digitais, com as mídias digitais e por meio das mídias digitais.

Além de promover o aprendizado no uso competente das ferramentas tecnológicas e na expressão verbal/não verbal no meio digital, a mídiameducação visa desenvolver a criatividade, a ética e o senso crítico. Uma vez que são produções humanas, as mídias digitais servem a diferentes fins e interesses. Operam entre a utopia e a distopia, pois podem, de um lado, ajudar a construir e popularizar conhecimento, propiciar troca de experiências, aproximar e mobilizar pessoas, grupos e instituições, mas de outro lado também podem ser veículos e espaços para discursos de ódio, *cyberbullying* e disseminação de informações falsas (as *fakes news*). Essa realidade não pode ser ignorada pela escola, que deve ser local de desenvolvimento de competências e habilidades para que os estudantes se posicionem de maneira crítica ante mídias digitais. Dessa forma, as TDIC podem ter seu lado vantajoso potencializado e seu lado problemático mitigado.

Aquilo que se reconhece como metodologias ativas muitas vezes passa pelo uso das TDIC. Entretanto, a disponibilidade de aparatos tecnológicos na escola não é garantia de práticas pedagógicas pautadas em metodologias ativas. E isso nos faz questionar:

- Que competências e habilidades docentes são necessárias para que as TDIC sejam trazidas para a sala de aula?
- Você se sente à vontade ou desconfortável quando precisa utilizar as TDIC em suas aulas?
- Quais são as formas de uso das TDIC presenciais, e quais são as remotas?
- Você considera que as tecnologias podem substituir o trabalho docente?

Dentro do projeto de vida docente, a reflexão sobre nossa relação com novas tecnologias que, inevitavelmente, são trazidas à sala de aula ou mesmo se tornam a sala de aula é elemento fundamental para o autoconhecimento e a autorrealização. Mas isso vai além de uma gestão de carreira. Essa reflexão é um dos caminhos para fortalecer seu papel social como professor e educador e seu sentimento de pertencimento a um mundo dinâmico e digitalizado.



O uso das TDIC se torna cada vez mais comum na educação.

Rido/Shutterstock.com

Ao analisarmos o impacto das TDIC em nossos projetos de vida e carreira, também colaboramos para a preparação de nossos estudantes a fim de que, com eles, enfrentemos o futuro sem medo. Conforme estipula a BNCC (BRASIL, 2018, p. 473):

É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais.

Ao observarmos essa preocupação da BNCC, vemos que abordar problematizações de questões da nossa realidade, articulando diferentes campos do conhecimento, é algo que ajuda os estudantes a se relacionar com o mundo do agora e do amanhã, mais preparados para seus desafios.

Vivência 6

Mídiaeducação e o combate às fake news

- Organizados em grupos (com professores de diferentes disciplinas), selecionem na internet ou em aplicativos de trocas de mensagens em celulares dez postagens, imagens ou memes que abordem temas das Ciências da Natureza.
- Analisem, em conjunto, o conteúdo desse material, confrontando-o com a visão da ciência sobre o tema.
- Façam uma votação do tipo "sim" ou "não" dos seguintes aspectos, para todas as postagens:
 - O conteúdo vem de fonte confiável?
 - O conteúdo parece verídico?
 - A informação da postagem corrobora a visão da ciência?
 - É possível identificar o autor do conteúdo?
 - O conteúdo está apoiado em fatos e evidências?
- Com base na análise e checagem, julgam que o conteúdo pode ser considerado falso (total ou parcialmente)?
- Trata-se de discurso de ódio, reforça preconceitos ou tabus de alguma forma? Pode causar danos à segurança, saúde ou outro tipo de consequência nociva? Discutam.
- É possível corrigir a informação ou modificar a narrativa do conteúdo da postagem? Como?
- Elaborem um breve relatório sobre cada postagem, justificando se, na perspectiva de uma relação cidadã e responsável com as TDIC, a postagem é um conteúdo que deve ou não ser compartilhado.

Dimensões: 1, 2 e 3.

Material:

- computador e/ou celulares conectados à internet;
- livros didáticos/técnicos de Ciências da Natureza;
- material para anotações.

Tempo: três semanas:

- primeira semana: item 1;
- segunda semana: itens 2 a 6;
- terceira semana: item 7.

Ampliando

FAKE news: baseado em fatos reais. Direção: André Fran Pires. Brasil: Globo News, 2017. 1 vídeo (50 min).

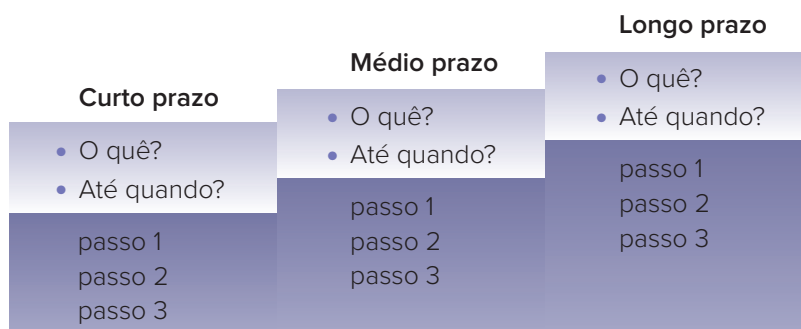
Documentário sobre a questão das *fake news*, notícias falsas revestidas de artifícios para serem consideradas verdadeiras.

Atividade 2

Planos de ação efetivos e escalas de tempo

Nesta etapa da construção do projeto de vida, você vai se dedicar a estipular ações práticas no curto, médio e longo prazos, dentro do seu propósito. É um momento para que você possa traçar caminhos que potencialmente conectem seu presente e seu futuro, atinentes a seu propósito. Não se trata apenas de pensar em futuros possíveis, mas de buscar formas objetivas que possam levar a esses futuros, estimando prazos e prevendo ações (incluindo a realização de estratégias identificadas nas atividades anteriores, mas sem se limitar a elas), conforme mostrado no esquema a seguir.

As **ações de curto prazo** dependem de mais objetividade e realismo. Por exemplo, se seu interesse são as artes performáticas, como teatro, mas você nunca fez nenhum curso com essa arte, uma ação de curto prazo pode ser: até o final do mês, mapear as possíveis escolas de teatro de sua região e se matricular em um dos cursos



Modelo para estipulação de ações para curto, médio e longo prazo.

oferecidos. Veja que há uma definição de data e uma ação específica associada.

As **ações de médio prazo** demandam objetivos mais amplos, com alguma possibilidade de ajuste. Por exemplo, ainda no caso do teatro, acima, você poderia definir que, em até dois anos, almeja atuar em uma peça de teatro. Perceba que há uma flexibilidade na escala de tempo, pois não se sabe se em dois anos haverá peça produzida pela hipotética escola de teatro ou outra instituição, tampouco se dois anos de preparação serão ou não suficientes para viabilizar sua atuação. São alvos claros e definidos, mas que podem sofrer adequações.

As **ações de longo prazo** estão mais alinhadas à visão de mundo do que a atitudes específicas. Pode ser algo como a meta de, em cinco anos, fundar um projeto de teatro em sua escola, de maneira a oferecer para a comunidade o acesso a esse bem cultural e, ao mesmo tempo, convergir suas aulas de Física para que dialoguem com esse propósito, em articulação com colegas de outras disciplinas.

O exemplo hipotético acima ilustra formas possíveis de construção de sentidos com um projeto de vida bem estabelecido e com a localização de formas de ser e de viver a carreira docente, em pontos de convergência com seu propósito.

1. Elabore um conjunto de três ações (curto, médio e longo prazos), conforme apresentado no esquema acima, incluindo cronograma e um passo a passo para atingir cada um deles. Busque ser bem prático nas ações de curto prazo, enquanto nas ações de longo prazo pense em como encaixar seu propósito nesse projeto de vida.

Mesmo que cada passo descrito precise ser ajustado aos desdobramentos e às contingências de vida que, de maneira natural, acontecem, procure materializar no papel seus cenários futuros, seja de ordem profissional, seja de ordem pessoal. Considere suas autoavaliações feitas nas atividades anteriores, como a Roda da Vida, e constata que passos planejados podem reforçar as escolhas nos aspectos em que avalia estar satisfeito e aumentar a satisfação em aspectos que avalie necessitar de ajustes em relação a seu projeto de vida.

Dimensão: 1.
Material: lápis e papel ou computador.
Tempo: um mês, ao longo do qual serão construídas versões preliminares do plano de ação.

Para saber mais

ALMEIDA, Maria José P. Monteiro de. Expectativas sobre desempenho do professor de Física e possíveis consequências em suas representações. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v. 6, n. 1, p. 21-29, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v6n1/03.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Esse artigo focaliza expectativas quanto ao papel do professor de Física do Ensino Médio, tanto em recursos didáticos e associados a diferentes tendências pedagógicas quanto relativas à produção de resultados de pesquisas de educação em Ciência. A autora parte da suposição de que essas expectativas estão relacionadas com representações docentes e indica a necessidade da reflexão do professor sobre suas próprias representações para autonomia na organização e execução de seus projetos e práticas pedagógicas.

DIETZ, Aloir. *A construção do projeto de vida como professor: um estudo fenomenológico*. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação) – Núcleo de Ciências Humanas, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2012. Disponível em: http://www.ppge.unir.br/uploads/62248421/arquivos/DISSERTA___O___ALOIR_MARCOS_DIETZ_376743226.pdf. Acesso em: 9 nov. 2020.

Dissertação de mestrado realizada com base em estudo fenomenológico que analisou fatores, aspectos e dimensões envolvidos na construção do projeto de vida de uma educadora da rede municipal de Porto Velho (RO).

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. *Revista Educação em Questão*, Natal, v. 57, n. 52, abr./jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21680/1981-1802.2019v57n52ID15762>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Artigo que aborda conceitos sobre metodologias ativas e tecnologias, destacando as digitais. Apresenta um quadro-síntese para cada metodologia abordada: aprendizagem por projetos, aprendizagem baseada em problemas, estudo de caso, aprendizagem por pares e sala de aula invertida.

MORAIS, Valquiria Dresch *et al.* Uso de filmes cinematográficos no ensino de Física: uma proposta metodológica. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, Ariquemes, v. 7, n. 1, p. 189-200, jan./jun. 2016.

Esse trabalho visa propor a utilização de filmes como ferramenta metodológica de ensino/aprendizagem de tópicos da Física no Ensino Médio, com destaque para Mecânica, Eletromagnetismo, Física Moderna, Física nuclear e Espaço. Os autores relatam que buscam assim atrair e aumentar o interesse pela Física por estudantes do Ensino Médio.

SIMÕES, Bruno dos Santos. *Por que tornar-se professor de física?* 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107004>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Nesse trabalho, discute-se a importância de aspectos relativos ao domínio afetivo no processo de escolha da carreira de professor de Física. Parte-se do pressuposto de que elementos do domínio afetivo, como crenças, atitudes, emoções, expectativa de reviver emoções positivas, entre outros, são aspectos que interferem de maneira significativa na escolha da carreira de professor de Física.

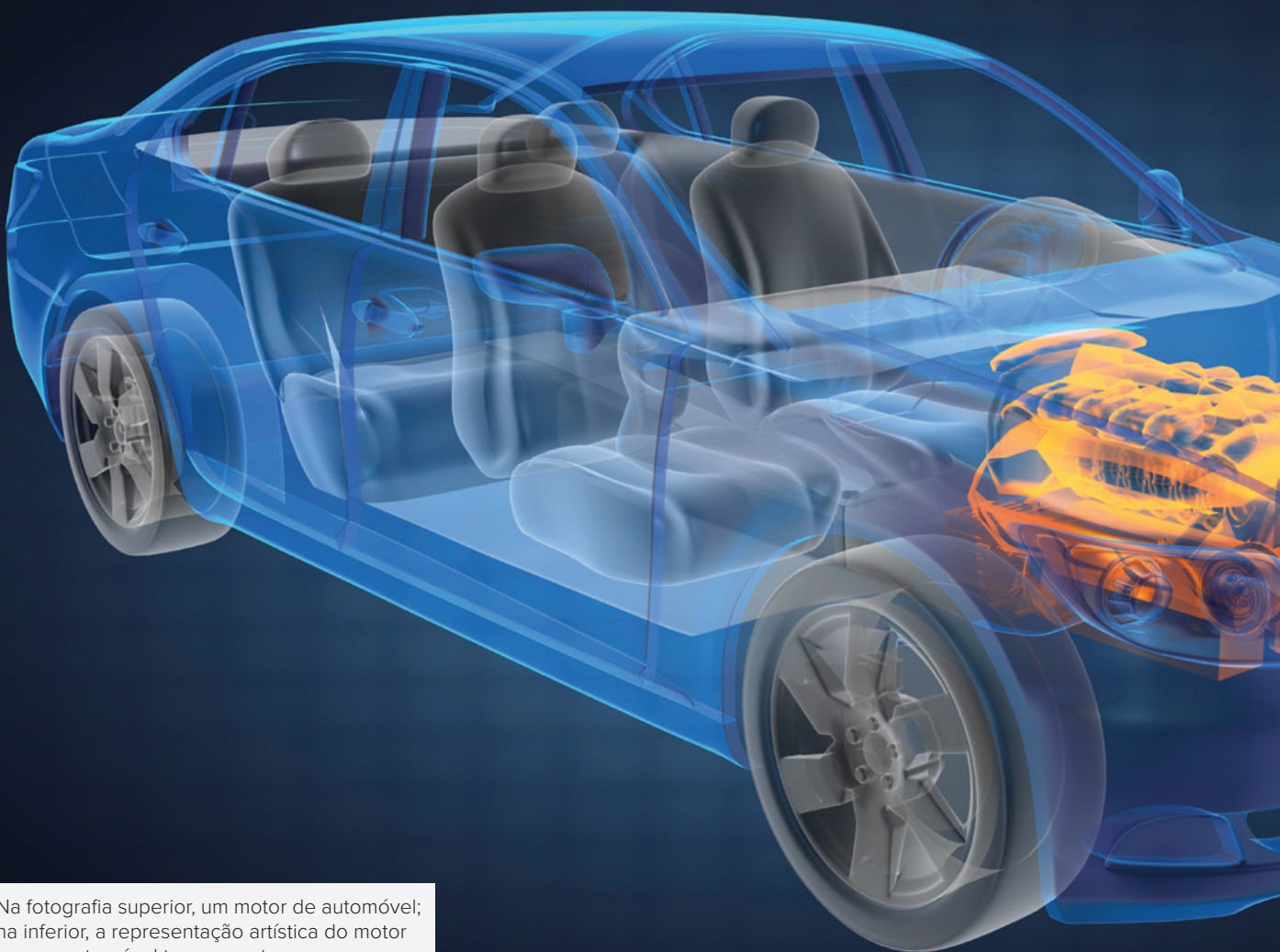
SOUZA, Carla Alves de. *A identidade de licenciandos em Física: em busca de uma caracterização*. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Institutos de Física, Química e Biociências/Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-31052012-100949/>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Esse trabalho acadêmico investigou a identidade de futuros professores em um curso de formação inicial. Expressa no texto a caracterização do perfil do licenciando como importante na problemática que envolve o próprio curso e busca contemplar a dimensão sociocultural dos licenciandos em Física.

O papel da Física no contexto atual

Como seria nossa vida sem geradores e motores elétricos?

Quando pensamos nas tecnologias que possuímos atualmente, nem sempre temos em mente as pesquisas e o investimento de cientistas na produção dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento tecnológico.



Na fotografia superior, um motor de automóvel;
na inferior, a representação artística do motor
em um automóvel transparente.

No caso da comunicação digital, as teorias eletromagnéticas foram determinantes para termos todas as facilidades do mundo contemporâneo. Essa área da Física que estuda a interação entre os campos elétrico e magnético, apesar de estar presente de forma muito intensa, começou a ser compreendida apenas no final do século XIX. Entre os diversos pesquisadores que contribuíram para o desenvolvimento dessa área, podemos destacar um nome muito proeminente: Michael Faraday (1791-1867).

Faraday era britânico e sua família era pobre. Ele começou a trabalhar aos 13 anos com a encadernação e comercialização de livros. Por ser uma pessoa curiosa e interessada pelo conhecimento, aproveitava seu contato com livros no trabalho para ler algumas obras. Os livros sobre química e eletricidade lhe despertavam particular interesse. Devido a esse interesse, em 1810, ele foi convidado a assistir a palestras do químico inglês Humphry Davy (1778-1829), um químico que chegou a ser presidente da Royal Society, importante instituição científica da Inglaterra. Faraday fez diversas anotações, chegando a organizá-las em um livro encaminhado a Davy, que posteriormente convidou Faraday para ser seu ajudante em um dos laboratórios da Royal Institute. O esforço e a dedicação de Faraday possibilitaram que se tornasse um dos cientistas mais importantes de seu tempo.

Entre as diversas descobertas de Faraday, uma tem maior destaque: a existência de campos de forças invisíveis provenientes da interação da eletricidade com o magnetismo. De forma empírica, conseguiu observar esse fenômeno notando que, ao passar um ímã por dentro de um fio condutor enrolado (uma bobina), era possível constatar a existência de corrente elétrica, o que não acontecia quando o ímã estava parado em relação à bobina.

“Ninguém, nunca, tinha entendido isso antes. Ele criou um campo de força! Algo estava viajando do ímã para o fio. Mas isso não deveria acontecer se o espaço entre eles estivesse vazio. Lá, em seu laboratório frio no porão do Royal Institute, com o tráfego puxado por cavalos da Regency London do lado de fora, Faraday tinha mostrado que eletricidade não era um líquido que só poderia ser canalizado dentro de um fio. Em vez disso, poderia ser trazido à existência por uma força invisível que se espalhou de um ímã em movimento e se estendeu pelo espaço vazio.”

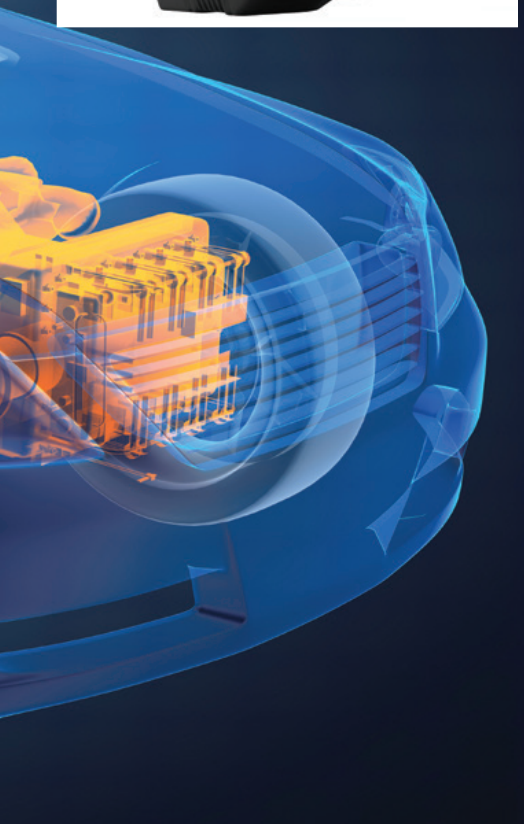
BODANIS, D. *Electric universe: The shocking true story of electricity*. Nova York: Crown publishers, 2005. p. 66. (Tradução nossa).

Esse fenômeno observado por Faraday é chamado de indução eletromagnética e está na base do funcionamento de motores e geradores elétricos.

Pense nestas questões:

- Como professores de Física, será que ensinamos conteúdos que interessam aos estudantes?
- Aquilo que temos a oferecer como professores realmente faz diferença na vida deles?
- O conhecimento de Física tem utilidade para além das tarefas escolares?

O conhecimento científico acumulado pode beneficiar toda a humanidade na compreensão dos fenômenos naturais e no desenvolvimento de tecnologias.



A invenção da Física como campo da ciência

A Física está onde quer que olhemos. Embora seja persuasiva e poderosa, a Física tal qual conhecemos não tem uma origem clara.

Desde as primeiras observações informais dos acontecimentos do mundo natural pelos povos antigos, passando pela filosofia da natureza e encontrando formas de sistematização de informações sobre eventos naturais, o caminho que a Física percorreu até que se tornasse um dos pilares das Ciências Naturais, como é hoje, foi longo.

Mesmo com início incerto, o fato é que a Física se tornou um dos emblemas da ciência contemporânea e, portanto, presente em nosso modo de ser e de viver.

Aquilo que se conhece por ciência moderna ou contemporânea tem muito de sua origem ligada ao desenvolvimento da Física enquanto campo de produção do conhecimento. Um elemento marcante desse desenvolvimento é a utilização de processos sistematizados de observação de eventos em ambientes sobre os quais se possa ter algum controle, ou a partir dos quais se possa objetivamente registrar informações. Especialmente a partir do século XVI, essa sistematização da observação e dos registros de acontecimentos naturais passou a produzir uma classe de conhecimento intimamente ancorado no processo experimental. Essa forma de produzir conhecimento, ligada ao experimento, é, ainda hoje, associada à produção científica, sendo, por vezes, denominada método científico.

Na contemporaneidade, não se pensa mais na existência de um método caracterizador da ciência. Diferentes ramos da produção do conhecimento científico se desenvolveram e passaram a validar os próprios métodos.

Do método à metodologia científica

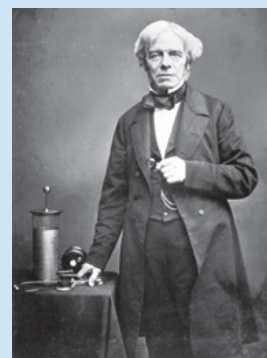
Mesmo diante da multitude de métodos e processos que permeiam as ciências contemporâneas, não se ignora o fato de que as abordagens pioneiras dos cientistas da Renascença, como Galileu (1564-1642) e Newton (1643-1727), marcaram um novo modo de observar e de interpretar o mundo.

O conhecimento científico no dia a dia



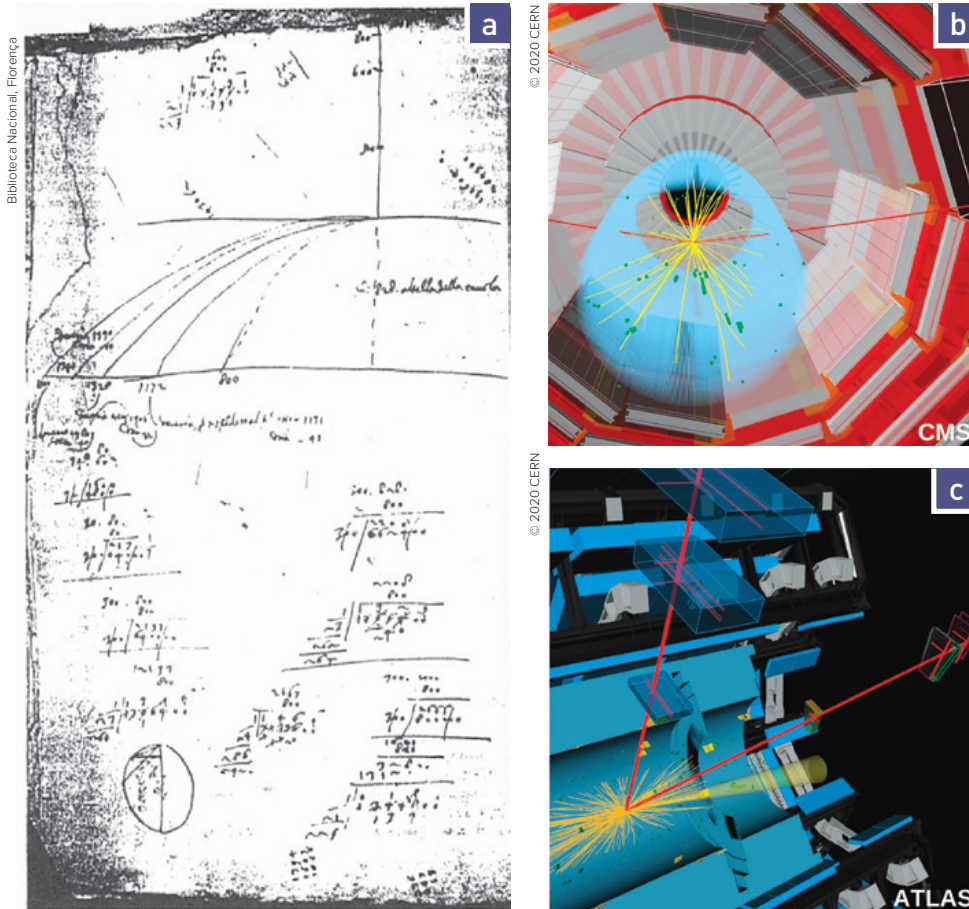
O texto das páginas anteriores, de abertura desta unidade, tratou do conhecimento científico sobre o eletromagnetismo, desenvolvido por Michael Faraday e outros cientistas que aprofundaram os trabalhos dele.

O eletromagnetismo ajuda a explicar diversas coisas que estão presentes em nosso cotidiano, como a polarização da luz e as tempestades solares; outras coisas somente existem porque podemos entender como os campos magnético e elétrico interagem e as propriedades relacionadas a eles. Algumas tecnologias que podemos citar são o televisor, o sinal de wi-fi, os raios X, as microondas e o GPS.



Michael Faraday (1791-1867).

A partir desse período, a natureza passou a ser examinada com base em problemas, que poderiam ser formulados hipoteticamente e cujas respostas poderiam ser obtidas por meio de experimentos, elaborados e construídos de modo a produzir registros capazes de validar ou de refutar a hipótese.



(a) Manuscrito 116 v de Galileu mostrando seus experimentos de estudo do lançamento horizontal. Biblioteca Nazionale, Florença, Itália. (b) e (c) Esquemas experimentais de estudo do decaimento de múons realizado em dois detectores de partículas da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern).

Atividade 1

O fazer científico-escolar

Os professores de sua escola desenvolvem atividades experimentais com os estudantes para que possam observar fenômenos, elaborar hipóteses e testá-las? Muitos fenômenos naturais podem ser investigados mesmo sem laboratórios ou materiais sofisticados.

Lembre-se de dois ou três experimentos trabalhados por você na escola que mais despertaram interesse nos estudantes e propiciaram aprendizagem. Convide colegas professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) a elaborar essa mesma lista e depois compartilhem os trabalhos. Procure conhecer as experiências que seus colegas têm de atividades experimentais marcantes.

- O “método” usado nos experimentos é o mesmo daquele que é empregado pelos cientistas? Por quê?
- Você considera importante os estudantes conhecerem alguns dos procedimentos do fazer científico?
- Crie um experimento que os estudantes possam desenvolver na escola e que ajude a desenvolver as competências gerais 1 e 2.

× **Dimensões:** 1 e 2.
Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.
Tempo: cerca de 1h30min.

Problemas e problematização

De maneira geral, os problemas são a base de toda prática científica, pois, mais do que as respostas, são os problemas que constituem a zona de mediação entre o conhecido e o não conhecido. Ou seja, os problemas partem do que já se conhece e buscam o novo por meio de hipóteses lançadas sobre o desconhecido.

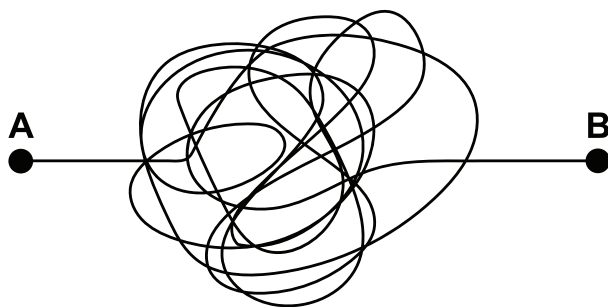
À primeira vista poderia parecer que as respostas são a maior contribuição que a ciência pode oferecer. No entanto, é na formulação dos problemas que toda a prática cultural da ciência se diferencia de outras práticas culturais humanas. Algo também ressaltado por Bachelard é que a elaboração de problemas envolve um aspecto gerativo na ciência. Saber formular problemas é uma das coisas que caracterizam a ciência como tal. O espírito científico é marcado pela formulação de problemas. O conhecimento científico se dá como resposta a uma questão. A ausência de uma questão acaba por significar a ausência da ciência.

Interessa ainda considerar que é já na formulação dos problemas que o exercício da criatividade científica começa, pois nem todos os problemas são passíveis de serem respondidos. Delimitar de maneira precisa o alcance das perguntas contidas nos problemas propostos determina, em grande parte das vezes, a possibilidade de respostas consistentes.

Os problemas e a problematização ocupam papel de destaque na definição do currículo de Física. Ser capaz de formular problemas e encaminhar soluções para eles é o objetivo primordial de aprendizagem para os alunos do Ensino Médio. No entanto, cabe diferenciar problemas de simples questões, pois embora todo problema contenha uma ou mais questões, nem toda questão se configura como um verdadeiro problema.

Meirieu (1998) define uma situação-problema, pensada no contexto do ensino, como uma demanda didática, seja ela uma tarefa, seja uma questão, seja um cenário com o qual o aluno só poderá lidar se efetuar uma aprendizagem precisa, orientada à demanda. A situação-problema, então, é meio para a aprendizagem. Além disso, uma situação-problema poderá levar os estudantes a mobilizar seus conhecimentos e suas representações, questionando-os, lançando novas hipóteses, produzindo revisões das próprias ideias e elaborando novas ideias (ASTOLFI *et al.*, 2002).

Assim, um primeiro aspecto a ser considerado na definição de situações-problemas, tanto no contexto da pesquisa em Física como no seu ensino é considerar a capacidade dessas situações de gerar novos conhecimentos, que se configuram como um problema para os estudantes. Mesmo que isso pareça óbvio, esse é o sentido epistemológico que habilita os problemas a serem os elementos geracionais na construção de um currículo ou de uma sequência de ensino e aprendizagem.



Representação de uma situação e da mesma situação problematizada.

Ampliando

Leia capítulo de livro em que o autor aborda o processo de problematização em sala de aula e a função dele no processo de ensino e aprendizagem.

RICARDO, E. Problematização e contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. [Coleção Ideias em Ação].

Ser capaz de desenvolver situações-problema que sejam ricas e adequadas ao ensino da Física implica questionar-se constantemente se a partir delas novos conhecimentos podem ser aprendidos. Isso, naturalmente, significa que não se trata de problemas cujas respostas sejam sim ou não, e cujas chaves de correção sejam “correto” e “incorreto”.

Problemas adequados ao ensino são aqueles capazes de fomentar a problematização. A problematização exige que consigamos olhar um problema com alguma distância, buscando uma postura analítica, articulando saberes e ideias. Isso significa falar sobre as situações, conversar sobre os problemas, vislumbrar em conjunto com os estudantes as oportunidades de exploração e investigação que o problema oferece. Essa forma de abordar coloca os problemas e a problematização como instrumentos fundamentais da prática docente. Nela, são descartados de imediato todos e quaisquer problemas que tenham por objetivo avaliar a memória ou que sejam apenas um exercício de conhecimentos já adquiridos.

Desse modo, o que se espera é que a Física escolar seja um espaço de problematização, no qual situações extraídas do cotidiano local e global se materializem pela ação conjunta de professor e alunos, em problemas que, ao serem resolvidos, tragam a necessidade de novos conhecimentos, sejam eles na forma de esquemas de ação e/ou recursos.



SDI Productions/Stockphoto.com

A mediação entre o conhecimento e os estudantes envolve a problematização de situações de estudo.

Para Echeverría e Pozo (1998), a necessidade de estratégias e de procedimentos diferentes daquelas que utilizamos informalmente, coloca a resolução de problemas e suas consequentes problematizações como uma atividade muito semelhante às atividades dos cientistas. Especialmente pelo emprego de novas formas de raciocínio, sempre produzidas e ativadas na lida com situações inéditas.

Tecnonatureza

Nosso modo de vida atual, marcado por uma sociedade tecnológica, é fruto do processo de industrialização.

As mudanças industriais, iniciadas no século XVIII, transformaram a humanidade, de modo que nos últimos dois séculos e meio vimos o surgimento de novas formas de ser e de agir dos seres humanos. Mais recentemente, deparamos com o surgimento de objetos não naturais, que vão desde os elementos artificiais incluídos na tabela periódica até os agentes não humanos que podem conversar pela internet.

Essa imersão em um mundo marcado pela tecnologia nos faz pensar em um novo termo, uma **tecnonatureza**, que vem a ser um ambiente modificado e caracterizado pela tecnologia que passa a ter características inéditas, e dentro do qual nós vivemos nossas vidas. Essa tecnonatureza é marcada também por produtos que são resultado de teorias contemporâneas da Física, desde a comunicação feita por ondas eletromagnéticas via satélite ou por pulsos *laser* em fibras ópticas até dispositivos de armazenamento de dados em estado sólido.

De um lado, a tecnonatureza, é fruto da industrialização, enquanto de outro, passou a gerar áreas inéditas do saber. Hoje, profissionais de tecnologia da informação (TI) se formam em cursos superiores dedicados a um campo do conhecimento que algumas décadas atrás não teria sentido. Desenvolvedores de *sites* e de protocolos para a internet produzem linhas de comando em um computador que vão se reverter em uma loja virtual, em um sistema de transporte acionado por aplicativos, ou em alguma nova forma de transferir valores entre pessoas. Isso acaba por apontar novos rumos para o desenvolvimento científico, novos campos dentro das ciências naturais e mesmo novas ciências.



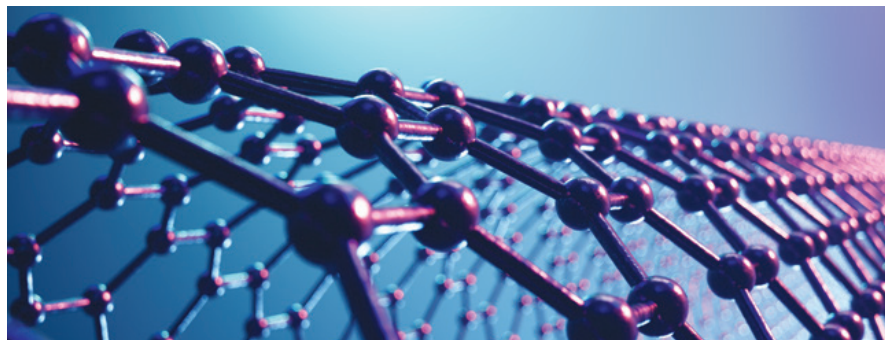
RossHelen/Shutterstock.com

Um dos campos profissionais mais promissores na sociedade tecnológica é o desenvolvimento de conteúdos de informática.

A existência de novos campos do saber e de novos artefatos tecnológicos exigiram um repensar das razões de se estudar Física e das definições do que é a Física.

Essa ciência, que foi o primeiro referente das Ciências da Natureza, agora lida com a tecnonatureza. Áreas como a física do estado sólido, a ciência das redes, a mecânica quântica, entre muitas outras, associadas a soluções aplicadas por engenheiros, permitiram o desenvolvimento de nanoestruturas de grafeno, que mudaram o potencial do processamento computacional, e junto com a computação quântica permitiram novos algoritmos de inteligência artificial com as redes neurais.

Rosa9/Shutterstock.com



Representação de tubo de nanoestruturas de grafeno, que é uma forma cristalina do carbono, assim como o diamante e o grafite. O grafeno é extremamente útil porque conduz eletricidade e calor como nenhum outro material.

O vocabulário das pessoas mudou, incorporando termos como fibra óptica, *drive* de estado sólido e organismos geneticamente modificados; essa lista aumenta dia a dia. Novas tecnologias não param de nos encantar: foguetes pousam sozinhos de volta à Terra, em um local precisamente definido, depois de serem lançados ao espaço; celulares em nossas mãos permitem que conversemos em tempo real com diversas pessoas em diferentes lugares do mundo, simultaneamente. As novas tecnologias têm, de um lado, esse encantamento. Mas, de outro, as mesmas tecnologias nos fazem cada vez mais dependentes de suas vantagens, o que nos coloca cada vez mais imersos em uma tecnocracia que acaba por definir muito do nosso modo de ser.

Aqueles que ultrapassam a admiração inocente das maravilhas tecnológicas e se posicionam de maneira crítica em relação às imposições tecnocráticas são poucos. Isso demanda um amplo conhecimento sobre ganhos e perdas da tecnonatureza e uma fina capacidade de análise acerca das razões de ser das tecnologias, da promoção de desigualdades que elas trazem e dos impactos irreversíveis que o desenvolvimento tecnológico impõe ao ambiente. Essa crítica é explorada por Fonseca (2019), que aponta para um movimento midiático que constrói mitos sobre a tecnologia e subverte seus aspectos negativos, para maximizar o comércio de novos produtos.

As novas tecnologias nos encantam, mas podem nos tornar cada vez mais dependentes delas, imersos em uma tecnocracia que define nosso modo de ser.

Ampliando

Para mais informações sobre a origem do termo tecno-natureza, ver o artigo em francês de Jean-Louis Fabiani, "Éthique et politiques de la techno-nature. À propos de la biologie de la conservation", publicado em *Revue européenne des sciences sociales*, n. XXXVIII, p. 118, 2000. Disponível no *link*: <http://journals.openedition.org/ress/684>. Acesso em: 27 nov. 2020.

O *site* da BBC em português também traz um artigo sobre o tema da relação entre tecnologia e natureza. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/09/150916_vert_earth_natureza_tecnologia_ml. Acesso em: 27 nov. 2020.

Racionalismo aplicado e natureza manufaturada

É comum que se diga que a ciência e a tecnologia modificaram o mundo em que vivemos. De certa maneira, é fácil concordar com essa afirmação quando comparamos nosso modo de vida com o de nossos antepassados.

Certamente, para a geração que viveu os anos 1900, o dia terminava com o pôr do sol, pois a iluminação elétrica ainda engatinhava no mundo. Hoje somos capazes de controlar nossa rotina de vida, redimensionando a percepção do tempo e as possibilidades do ambiente. Por exemplo, não dependemos mais da luz do Sol para nossas atividades. Mas isso não significa que possamos fazer uso indiscriminado da energia elétrica, que é um recurso importante, mas não é infinito.

O que parece claro é que a ciência e a tecnologia introduziram muitos processos e produtos em nossas vidas e que a separação entre o que é natural e o que é artificial tornou-se mais complexa.

Outro aspecto que indica a interdependência entre ciência e sociedade é a integração entre o mundo natural e o mundo artificial. O sentido original da ideia de natureza foi sendo perdido ao longo dos últimos 350 anos por causa da mediação do mundo feita pelas tecnologias emergentes. Ele foi sendo substituído pelo surgimento de artefatos técnicos como lâmpadas, alimentos processados, fármacos, entre outros, de algum modo ocupam o mesmo nicho ontológico de partes da natureza.

Até o final do século XIX, a técnica para iluminar ambientes era baseada em *queimar* algo. Substâncias eram classificadas como bons ou maus combustíveis.

O empresário estadunidense Thomas Alva Edison (1847-1931), reunindo estudos de outros inventores, aperfeiçoou a lâmpada de filamento de tungstênio a partir de técnica oposta àquela das velas e lamparinas: impedir que o material queime. Para impedir a queima do filamento, foi necessário primeiro reinterpretar a combustão, não como a manifestação de uma força (flogístico), mas como a combinação com o oxigênio. Assim, a campânula de vidro das lâmpadas não se propõe a afastar o vento, como nos lampiões, mas serve para evitar que o oxigênio se combine com o filamento.

Permanece o nome (lâmpada, de lamparina) e a função (iluminar) para um artefato completamente novo, somente possível de ser entendido por um pensamento apoiado em novas as ideias científicas.

Eu, professor

Refleta:

- Onde começa e onde termina a natureza?
- A luz emitida por uma lâmpada de LED é menos natural que a luz que nos chega do Sol?
- Os ovos das galinhas criadas soltas são mais naturais que os das galinhas criadas confinadas em granjas?

A intensa integração entre os mundos natural e artificial é indicativo da dependência humana da tecnologia. Somos criadores e criaturas tecnológicos.



Lamparina.

Turtle Rock Scientific/Science Source/Fotorena

Vivência 1

Diferentes visões sobre os fenômenos físicos

Esta vivência relaciona conceitos estudados nas ciências naturais, como energia luminosa e suas fontes e como ela é percebida por nosso sistema sensorial, com visões de outras disciplinas. Discuta como encaminhá-la em conjunto com os professores da área de CNT e de Português, Arte, Sociologia e História.

Dimensões: 1, 2 e 3.

Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: cerca de 2 horas.

O ACENDEDOR DE LÂMPIÕES

Lá vem o acendedor de lâmpioes da rua!
 Este mesmo que vem infatigavelmente,
 Parodiar o Sol e associar-se à lua
 Quando a sombra da noite enegrece o poente!
 Um, dois, três lâmpioes, acende e continua
 Outros mais a acender imperturbavelmente,
 À medida que a noite aos poucos se acentua
 E a palidez da Lua apenas se pressente.
 Triste ironia atroz que o senso humano irrita:
 Ele que doira a noite e ilumina a cidade,
 Talvez não tenha luz na choupana em que habita.
 Tanta gente também nos outros insinua
 Crenças, religiões, amor, felicidade,
 Como este acendedor de lâmpioes da rua!

LIMA, Jorge de. *Obra completa*. Organização: Afrânio Coutinho. Rio de Janeiro: José Aguilar, 1958. v. I. p. 208.



Jean-Baptiste Debret. *Coleta de esmolas para a Igreja do Rosário, 1828*. Aquarela sobre papel, 14,7 cm × 20 cm.

- Pesquisem de que modo a vida das pessoas mudou quando se passou a ter luz nas ruas das cidades à noite.
- Que temas poderiam ser desenvolvidos em conjunto de modo a trabalhar objetos do conhecimento, competências e habilidades da BNCC?

O saber científico na sociedade

Podemos avaliar de modo separado o uso de tecnologias e o conhecimento sobre suas bases de funcionamento, pois muitas vezes usamos tecnologias sem saber exatamente como elas funcionam. E isso serve para operar o contexto prático dos conhecimentos tecnológicos. Mas as mudanças que esses conhecimentos produziram na humanidade não são apenas aquelas do contexto prático; a concepção metafísica do mundo também foi modificada pelo desenvolvimento da ciência e pela produção tecnológica.



O que vemos, quando olhamos o mundo, é interpretado por nossa mente de acordo com o conhecimento que temos dele. Na imagem, a aurora boreal na Islândia, 2015.

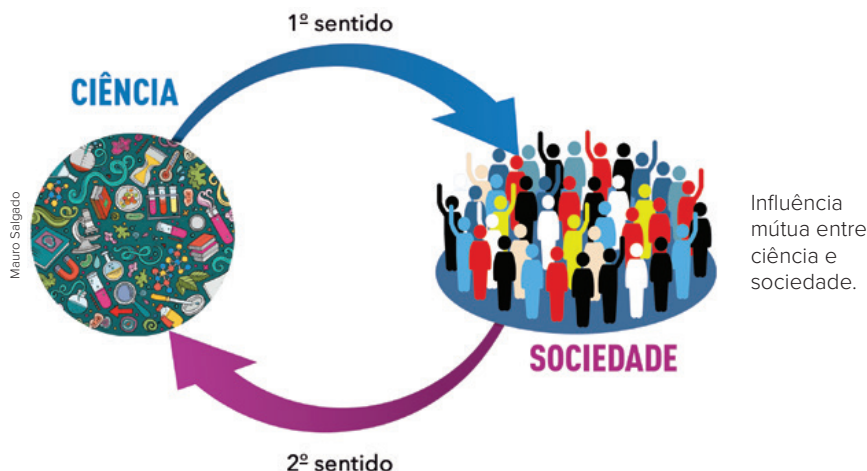
Mesmo que em nosso cotidiano não vejamos átomos, já não temos dúvida de que eles não são a menor unidade essencial da matéria. Mesmo que não vejamos outros sistemas solares ao olharmos o céu, já não temos dúvida de que exoplanetas orbitam outras estrelas. Mesmo que não detectemos a dilatação do tempo ou a contração dos comprimentos, já não temos dúvida de que é o decaimento relativístico dos múons que faz com que eles sejam detectados próximos do nível do mar. Esses exemplos, entre tantos outros, indicam que já não se utiliza mais aquilo que é sensorialmente detectável no cotidiano para definir as entidades da natureza.

E isso se difere do contexto prático. Trata-se de um contexto cultural, com ideias estáveis circulando entre mentes devido a conceitos desenvolvidos em teorias científicas mais recentes. Isso localiza o desenvolvimento da Física e de outras ciências naturais como parte integrante da história cultural da humanidade. Por isso, o desenvolvimento científico é pensado como um produto da vida social, de modo que está condicionado a visões de mundo e a teorias que se modificam com o tempo, atinentes a diferentes interesses da sociedade (ZANETIC, 1989).

Dessa forma, a ciência se refere à sociedade enquanto a sociedade se refere à ciência. Os produtos da humanidade moldam as formas de vida da humanidade. Por isso, são válidos dois sentidos: o mundo social é, ao menos parcialmente, definido pela ciência; e a ciência é definida pelo mundo social.



Construímos um mundo em nossas interações sociais.



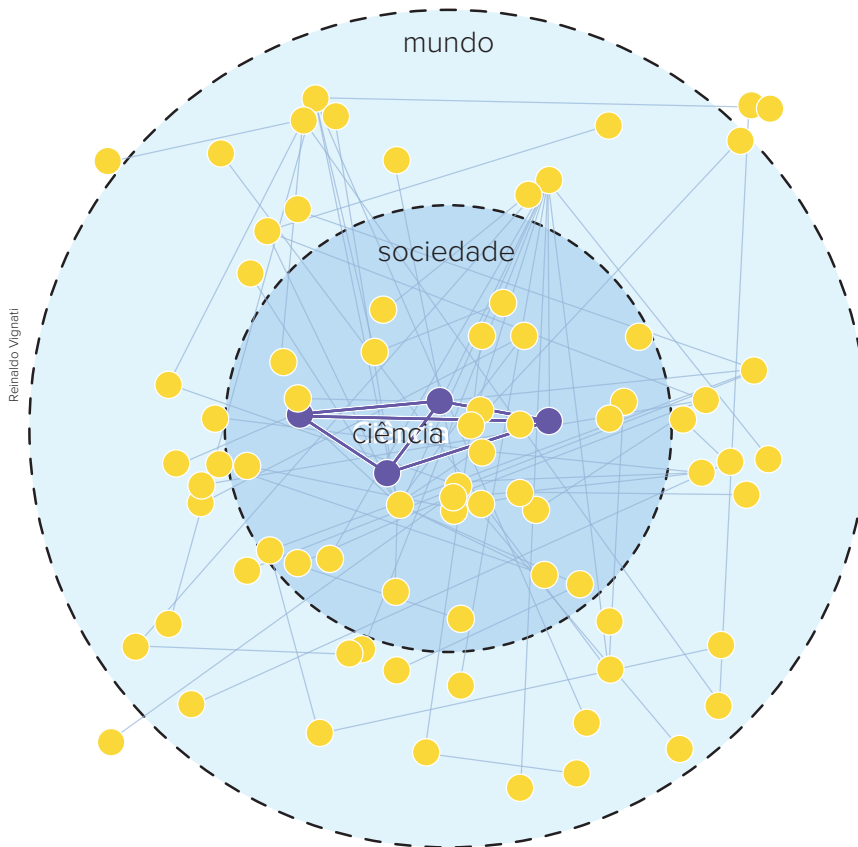
O primeiro sentido pode ser visto pelas novas formas de ser que as tecnologias permitiram, pela constante divulgação das novas descobertas da ciência nos meios de comunicação ou pela dependência que os sistemas bancários têm das conexões entre computadores.

No segundo sentido, da sociedade para a ciência, a sociedade elege legisladores e governantes que, carregando diferentes interesses e representando diferentes setores da sociedade, definem orçamentos destinados às ciências, financiam pesquisas e dão o tom do desenvolvimento que a ciência poderá ter. Por isso, diferentes nações têm diferentes focos em seu desenvolvimento científico e tecnológico. Outro exemplo desta relação pode ser aquele ocasionado pela descoberta do efeito do vírus da Zika sobre a geração de bebês com microcefalia. Um fato novo na sociedade gerou uma importante pesquisa médica que resultou nessa constatação.

Ciência como parte da sociedade

Pensar que a ciência está de um lado e a sociedade está do outro pode nos ajudar a entender quais particularidades da ciência não se aplicam a todos os setores da sociedade. Entretanto, essa dicotomia pode gerar a falsa impressão de que ciência e sociedade estão disjuntas, mesmo que se influenciem mutuamente.

Podemos, então, retomar a noção de Zanetic (1989) e entender a ciência como parte da sociedade, profundamente influenciadora da sociedade e por ela influenciada.



Esquema que relaciona a produção científica, em destaque, ao centro, como produto e como agente influenciador da sociedade, que está imersa no mundo. Os pontos representados além do mundo representam a existência do imaginário, indicando que o mundo é uma parte de um universo maior, desconhecido. Nessa representação, as redes são o arquétipo contemporâneo da complexidade.

Esse jogo complexo entre ciência e sociedade, marcado pela tecnologia, exige que a Física seja pensada em um sentido muito mais amplo do que uma lista de conceitos e leis. Enquanto campo de conhecimento, ela é produto da humanidade. Mas de uma sociedade que anda de avião, se comunica pela internet, coloca satélites em órbita e armazena imagens em pastilhas de silício, é fruto da Física, das Ciências da Natureza, bem como de suas tecnologias.

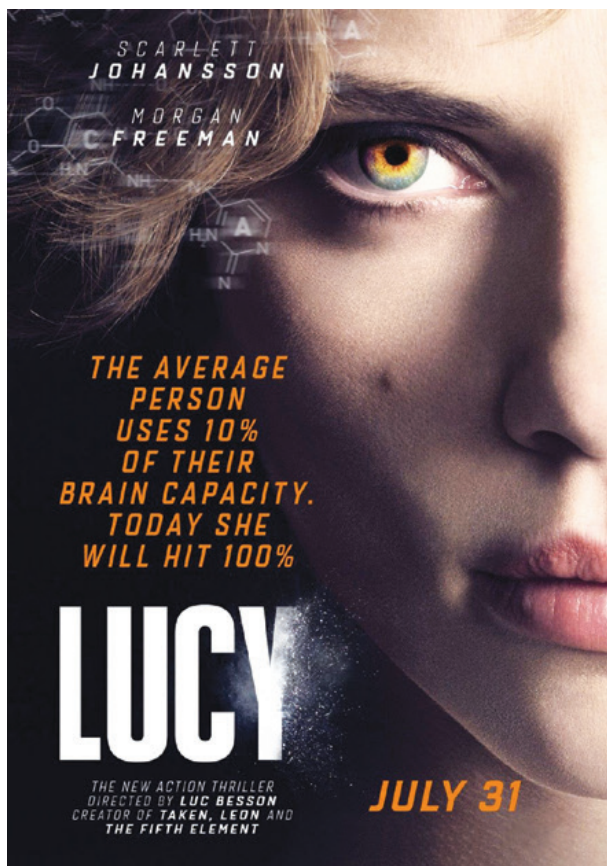
É papel da escola voltar-se à interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, possibilitando que os estudantes se apropriem de conceitos e procedimentos dos diferentes campos das Ciências da Natureza e criando situações nas quais eles possam explorar as diferentes visões e trocar ideias sobre a **cultura científica**, reconhecendo-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido pela ciência nos variados contextos históricos e sociais. Nesse processo, os estudantes poderão se apropriar dessas linguagens específicas.

GLOSSÁRIO

Cultura científica: conjunto de estratégias de ações e recursos compartilhados por uma comunidade de especialistas numa área das ciências e que governam as suas práticas na produção de conhecimentos. Estratégias podem ser entendidas como as maneiras como esses especialistas planejam experimentos, solucionam problemas; e recursos podem ser as leis, os conceitos e mesmo os aparelhos usados nas práticas científicas. Parte dessas culturas extrapola para as comunidades fora das ciências, por isso é comum também usarmos a expressão **cultura científica** para designar o quanto os indivíduos entendem e/ou dominam algumas dessas estratégias e recursos.

Os estudantes se veem frente a frente com fenômenos naturais e produtos da tecnologia o tempo todo. Isso compõe o modo de vida deles, e dos professores. A rapidez com a qual as informações se espalham pelas redes sociais digitais faz com que múltiplos discursos se proliferem e, dentre eles, o discurso científico. Termos da ciência, opiniões sobre a ciência e até cooptação do discurso científico por pseudociências permeiam o dia a dia dos cidadãos que não trabalham diretamente com a produção do conhecimento científico. Some-se a isso as produções artísticas de ficção científica, como livros e filmes, que por vezes constroem visões da ciência diferentes daquelas visões que os cientistas têm.

Cartaz em inglês do filme de ficção científica *Lucy* (2014), no qual um acidente com uma droga sintética faz a personagem desenvolver várias habilidades, entre as quais controlar equipamentos eletrônicos.



Universal Pictures

Paramount Pictures



As potencialidades dessas ideias instigam a busca pelo novo, o interesse pelo que é virtual ou pelo que é extraordinário, mas, ao mesmo tempo, promovem visões distorcidas sobre como o conhecimento científico é produzido. Fazer essa distinção é um elemento de interesse para a educação científica escolar.

Cartaz do filme de ficção científica *O núcleo* (2003), no qual um experimento científico fracassado causa a parada da rotação do núcleo da Terra. Uma comissão de cientistas é enviada ao centro da Terra para resolver a crise.

A alfabetização científica

A compreensão sobre a ciência e a tecnologia, articulada a seus impactos nas diferentes dimensões humanas e ambientais, chamamos de alfabetização científica. Embora o termo **alfabetização científica** seja polissêmico (SASSERON e CARVALHO, 2011), a partir dos seus muitos significados podemos ver uma convergência para uma educação em ciências que habilite o indivíduo a conhecer os processos e as limitações da produção do conhecimento científico, que produza argumentações apoiadas em fatos e evidências, mas que, sobretudo, habilite o indivíduo a exercer um papel social responsável. Por isso, cidadãos cientificamente alfabetizados desenvolvem habilidades para discernir os benefícios e os prejuízos que podem resultar do uso das novas tecnologias. E assim podem estar mais preparados para avaliar criticamente a publicidade que estimula o consumo constante de novos produtos e de novos serviços.

É claro que o desenvolvimento tecnológico oferece facilidades. Não se pode negar a vantagem de poder

armazenar milhares de horas de vídeos pessoais na nuvem. Quem teria essa capacidade de armazenamento em casa? Também não se pode negar que os processadores de celulares e de computadores, com múltiplos núcleos, permitem a realização de muitas tarefas que antes só eram possíveis em supercomputadores. Nem tampouco se pode negar que a internet 5G promoverá avanços até em cirurgias a distância.

Reconhecer as vantagens do desenvolvimento tecnológico não é um problema. O problema é que, sem um conhecimento científico e tecnológico organizado, não podemos fazer uma leitura crítica do mundo marcado pela tecnatureza. E sem essa leitura crítica, ficamos em condição análoga à dos humanos do Neolítico, olhando objetos de metal.

Dessa forma, uma ampla fatia da sociedade fica à alheia ao conhecimento científico. E mesmo que consuma aparelhos com muita tecnologia embarcada, uma parcela considerável das pessoas apenas arranha a superfície da interface de usuário desses aparelhos, sem ter a mínima noção de seus componentes tecnológicos, nem tampouco da ciência que há por trás deles.

E se fosse você?

Individualmente ou com um colega da área de CNT, elabore argumentos que poderiam responder às perguntas a seguir.

Imagine uma escola que tenha currículo flexível, no qual os alunos têm liberdade de escolher quais disciplinas ou conteúdos aprenderão. Nessa escola, os professores fazem uma aula no início do ano letivo e demonstram a importância do que têm a ensinar.

- Quais seriam os argumentos que você, professor de Física, listaria para que a Física fosse uma das disciplinas escolhidas pelos alunos?
- Se os seus alunos tivessem a opção de escolher as disciplinas que comporão o currículo da escola, você acredita que eles escolheriam a Física? Quais seriam os prós e os contras que os alunos listariam nessa escolha?

No processo de escolarização, os estudantes têm direito a receber uma formação científica que dê conta da relação entre a Física (bem como entre as outras ciências da natureza), a tecnologia e a sociedade, evitando reforçar tanto as visões salvacionistas quanto as visões negacionistas das ciências. E, com isso, que a escola seja o local do entendimento da ciência como atividade humana, de modo que os estudantes possam desenvolver uma capacidade de exercer sua cidadania plena, formando opiniões, participando das tomadas de decisão e estabelecendo com isso uma sociedade que se desenvolve de maneira sustentável, democrática e que tem a capacidade de ser tecnologicamente autônoma, pela produção das próprias soluções.



Professor e estudantes usando Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Isso coloca o projeto formativo da Física para os estudantes do Ensino Médio em uma esfera mais ampla. Além da aprendizagem das leis e dos conceitos da Física, há a necessidade de desenvolver uma compreensão sobre a dinâmica que se dá em sua produção do conhecimento, além de sua integração entre temas que são reconhecidos como tecnologia, e temas que são reconhecidos como questões da sociedade. Mais que isso, desenvolver também uma compreensão sobre quais são as implicações socioeconômicas dessa integração e sobre como o domínio de certos saberes e a integração Física/sociedade/tecnologia redimensionam de tempos em tempos o arranjo geopolítico do globo. Essas compreensões habilitam o exercício de uma cidadania ativa e responsável por parte dos estudantes.

Atividade 2

Compreendendo o desenvolvimento tecnológico

Esta atividade possibilita trabalhar a complexidade do mundo atual, discutindo os benefícios, riscos e a interação da tecnologia com a Física.

Observe os quatro eixos de análise para avaliar o desenvolvimento da telefonia móvel, com acesso à internet.

Produza, você mesmo, um texto sobre cada uma delas. Nele, informe:

- as conhecimentos de Física (conceitos, processos ou teorias) reconhecíveis nos celulares contemporâneos;
- os benefícios que o uso do celular oferece;
- algumas mudanças definitivas que a humanidade viveu, depois da popularização dos celulares;
- riscos individuais, coletivos e ambientais que a produção, o comércio e a utilização do celular promovem.

Justifique cada escolha que você fez.

× **Dimensões:** 1, 2 e 3.
Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.
Tempo: cerca de 2 horas.



Atividade 3

Refletindo sobre a cultura científica

Um dos objetivos do ensino da Física na Educação Básica é possibilitar aos estudantes o contato com o que se convencionou chamar de cultura científica. Antes de prosseguirmos na discussão desse conceito, faça as seguintes reflexões:

1. Qual é o sentido que a palavra **cultura** tem nesse contexto?
2. Seria a cultura apenas uma forma sofisticada de pensar e de agir?
3. Existe uma hierarquia entre as culturas? A cultura científica seria de alguma maneira superior?
4. Os cientistas são pessoas diferenciadas, no sentido de serem seres humanos superiores?

× **Dimensões:** 1, 2 e 3.
Material: computador ou celular com acesso à internet.
Tempo: cerca de 2 horas.

Física e outras áreas do conhecimento

Apesar de a Física operar com lógicas internas específicas, suas fronteiras com outros campos do conhecimento são permeáveis, criando uma sobreposição (de conteúdos e temas de interesse) entre ela e os demais campos. Seja na sobreposição da Física e da Química nos estudos de estruturas moleculares, seja na sobreposição da Física e da Biologia, nos estudos ambientais, ou em outros; à medida que o conhecimento científico produz novos campos do saber, novas sobreposições e interfaces se formam. Historicamente, essa sobreposição ocorre de forma especial na relação que a Física e a tecnologia engendram.



Morphart Creation/Shutterstock.com

Ilustração representativa dos cientistas, da esquerda para a direita: Marie Curie, Pierre Curie e Antoine Becquerel, que receberam o Prêmio Nobel de Química em 1903, em laboratório. Essas pesquisas proporcionaram conhecimentos científicos de relevância para a Química e a Física, como os relacionados à radioatividade e ao desenvolvimento tecnológico.

Vivência

2

Xenobots, os robôs vivos

Recentemente, o anúncio da construção de “robôs vivos” despertou o interesse de cientistas e entusiastas da ciência. Trata-se, na verdade, do controle químico de células-tronco, que permitem a programação de nanorganismos capazes de executar procedimentos predeterminados.

Convide os professores de Química e Biologia para assistirem ao vídeo *Programando robôs vivos (xenobots)*, disponível em: https://www.youtube.com/embed/S_cczyvC5uk?start=54&end=431 (a partir de 0:57) (acesso em 29 nov. 2020). Depois, pesquisem em buscadores da internet notícias ou reportagens sobre os *xenobots* e os “robos vivos”.

Discutam as seguintes questões:

- O que podemos considerar como vida?
- Todo ser autômato pode ser programado?
- Como as variações químicas podem promover diferenciações celulares?
- Se uma célula é estimulada por um ser humano a realizar somente um tipo de movimento, podemos dizer que há vida?

Essas discussões gerarão o tema central para o desenvolvimento de uma sequência didática que aborde com estudantes a questão dos *xenobots* e para explorar as relações entre ciência, natureza e tecnologia.

Construam juntos essa sequência didática, com proposta de pesquisas e apresentação do trabalho feito pelos estudantes, e proponha a seus colegas que atuem nesse trabalho pedagógico de forma integrada.

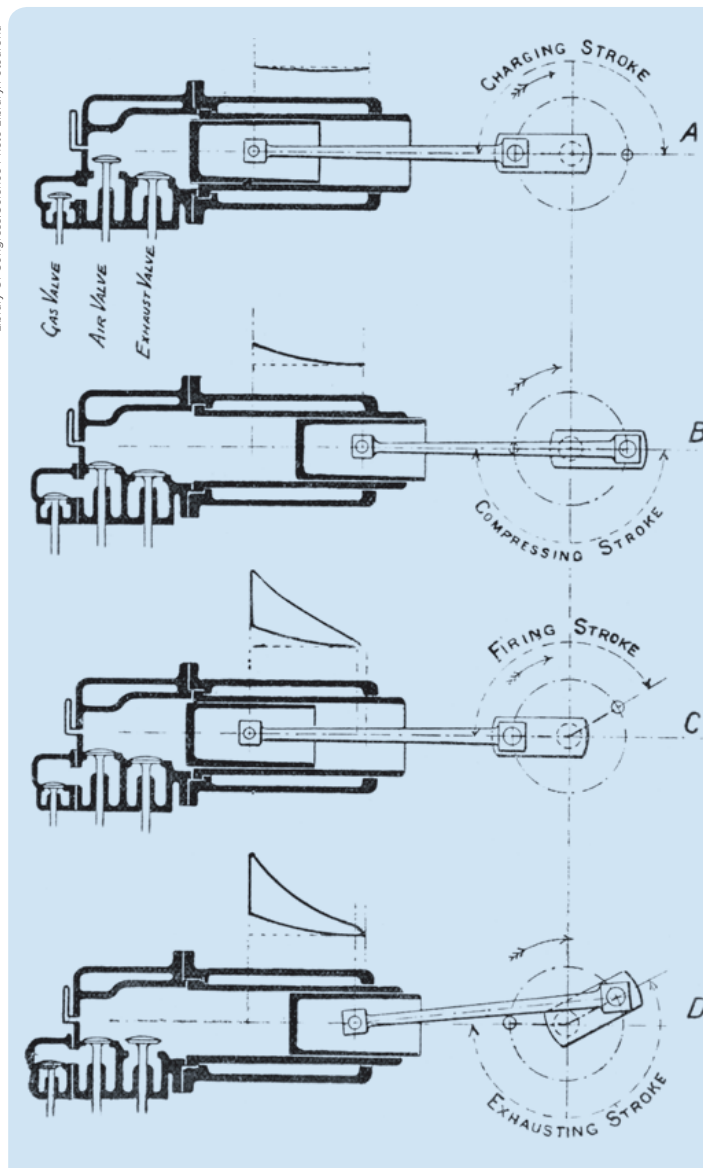
✕ **Dimensões:** 1, 2 e 3.
Material: computador ou celular com acesso à internet.
Tempo: 4 semanas. Um primeiro encontro para discussão do vídeo e da reportagem e três encontros semanais para a elaboração conjunta da sequência didática.

A sobreposição entre a Física e a Engenharia

O caso da criação e utilização das máquinas a vapor, na virada do século XVIII para o século XIX, marca claramente uma sobreposição da Física – uma prática científica – com o desenvolvimento industrial – uma prática econômica. A fronteira entre engenheiros e físicos é turva nesse período.

O motor de combustão interna, como o da fotografia apresentada na abertura desta unidade, é outro bom exemplo dessa sobreposição. Não é claro se ele é uma invenção de engenheiros, e posteriormente descrito pela estrutura matemática que os físicos estavam habituados a usar, ou se é uma teoria bem estruturada da Física que foi utilizada em uma aplicação por engenheiros. O fato de essa pergunta ficar sem resposta é um indício de que se trata de uma sobreposição de conhecimentos.

Library Of Congress/Science Photo Library/Fotoarena



Funcionamento do motor de quatro tempos

O Otto foi projetado como um motor de bloco estacionário, com pistões que se movimentam linearmente, ligados a manivelas que convertem o vaivém dos pistões, dentro dos cilindros, em movimento de rotação. Usado posteriormente de forma adaptada como motor de automóvel, nos quatro tempos estão envolvidos:

- 1º tempo: admissão (ilustração A). Uma mistura de combustível e ar entra na câmara de combustão do cilindro;
- 2º tempo: compressão (ilustração B). O pistão comprime a mistura, que tem sua pressão elevada na câmara de combustão;
- 3º tempo: expansão (ilustração C). Uma centelha inflama a mistura de combustível, que entra em ignição e se expande, empurrando o pistão;
- 4º tempo: exaustão (ilustração D). Uma válvula se abre e o pistão empurra os gases da queima para fora da câmara.

Diagrama do motor de quatro tempos, comum nos veículos atuais e que foi desenvolvido pelo inventor alemão Nikolaus Otto (1832-1891). Arte histórica publicada em 1896.

O caso do motor de ciclo Otto, por exemplo, é uma sobreposição da Física com áreas muito afins. Pode-se também observar a Física por sua sobreposição com áreas nem tão relacionadas a ela.

O conceito de energia é outro exemplo que tem significado não só para a Física como para outros campos culturais. A ideia de energia pertence ao domínio da Física, da economia, do misticismo, da política, da Educação Física, entre outros.

Olhando de dentro da Física, o conceito de energia é estável, tem relevância histórica e não é motivo de grandes divergências. Mas, pensando de maneira mais ampla, a utilização do conceito de energia em tantos campos diferentes indica que esse é um conceito de “coerência fina”, pois, embora seja consensual na Física, é simultaneamente significado de outras formas em outros campos. E isso vai além de uma lista de sinônimos para energia: implica modos de agir e de pensar que têm influência direta na vida das pessoas, nas políticas públicas ou nas crenças individuais.

Física e práticas sociais

A noção de cultura como estrutura pode ser utilizada para o entendimento de muitas esferas das práticas sociais.

Estruturas que possuem múltiplas conexões internas e com o exterior, formando campos culturais que se interpenetram tanto no tempo quanto no espaço, carregam, com isso, todas as contradições e instabilidades, inerentes às culturas. Possuem fissuras e lacunas. E isso implica pensar a aprendizagem de Física ocorrendo com estudantes que vivem imersos em mais de uma estrutura, e que recebem influências diversas, além daquela que vem da sala de aula e que caracteriza uma cultura científica institucionalizada, preparada para o ensino.

Isso tem uma consequência, pois o aprendizado das diferentes ciências, na Educação Básica, exige que se saiba reconhecer os limites da validade das diferentes áreas do saber, para que se possa lidar com resultados por vezes contraditórios e entender que a estrutura que marca a Física não se dá sem a influência de outras estruturas culturais. A definição de uma fronteira que separe a cultura da Física das outras estruturas dos estudantes é, então, impossível. É também indesejável.

Apresentação teatral em homenagem ao Dia Internacional da Mulher na Escola Estadual Quilombola Professora Tereza Conceição de Arruda. Quilombo Mata Cavalo, Nossa Senhora do Livramento (MT), mar. 2020.



Gordon Scammell/Loop Images/Universal Images Group/Getty Images

A imagem evoca diferentes sentidos para a energia. Na fotografia, surfista em Maui, no Havaí, Estados Unidos, dez. 2019.



Cesar Dimiz/Pulsar Imagens

Em um ensino tradicional da Física, é comum que o professor proponha aos estudantes, por exemplo, o estudo da energia somente no contexto da mecânica clássica. Daí, ele esclarece que os estudantes não precisam pensar, por ora, na energia que se consome da fornecedora, ao carregar um celular.



wavebreakmedia/Shutterstock.com

Os smartphones são um dos objetos que moldam as atividades humanas na sociedade contemporânea.

Em um ensino de Física, no qual se pensa essa área do saber como uma sobreposição de estruturas culturais, a energia que carrega o celular não é apenas considerada: ela pode ser o melhor ponto de partida para chegarmos ao estudo da transformação de energia potencial gravitacional nas represas das hidrelétricas em energia cinética nas turbinas. E, mais que isso, pode explicar o porquê de algumas regiões do Brasil precisarem inundar uma área tão grande para produzir uma quantidade suficiente de energia elétrica.

Isso não acontece apenas no âmbito dos conceitos da Física. O próprio ato de ensino e aprendizagem de Física, com suas diferentes práticas, configura uma estrutura em sobreposição com outras, e marca um campo cultural. É possível encontrar diferentes professores que partilham estratégias e recursos semelhantes, o que indica uma comunidade que compartilha elementos culturais dessa prática.

Do mesmo modo, essas estruturas moldam a ação de professores, ao mesmo tempo que são transformadas pela ação deles. Como nós, professores, vivemos em sistemas escolares institucionais, há uma série de aspectos normativos que nos fazem reproduzir alguns padrões da cultura didática. Mas, como não somos máquinas de reprodução, vez ou outra, ou mesmo muitas vezes, agimos de maneira inusitada, propomos soluções inéditas, escolhemos alguma abordagem inovadora: esses são momentos nos quais os padrões são rompidos e as estruturas se modificam pela nossa ação criativa.

Esta obra é, em essência, um documento no qual buscamos oferecer não só a reflexão sobre essa potência que temos, enquanto educadores, mas principalmente que possamos ter ferramentas, recursos e ideias que nos ajudem a lançar mão dessas ações criativas. Se incluirmos a noção de estruturas culturais sobrepostas em nossa atuação, poderemos constatar que nossas reproduções de padrões são fruto de recursos e de esquemas de ação que carregamos tanto da estrutura estabelecida em nossas escolas e em nossos sistemas de ensino, quanto daquelas derivadas de outras esferas sociais nas quais vivemos. Assim, nosso jeito de ser, nossa identidade e nossos modos de pensar a Física imersa numa tecnocultura, nunca se separam de quem somos como professores.

Atividade 4

Abordagens comuns na aprendizagem de Física

Dimensões: 2, 3 e 4.
Material: lápis e papel.
Tempo: cerca de 3 horas.

Nesta atividade, você vai avaliar comparativamente as características de algumas abordagens tradicionais da Física, que ocorrem de acordo com uma estrutura bem definida, com algumas abordagens inovadoras, que entendem a Física como uma sobreposição de diferentes estruturas culturais.

O quadro a seguir apresenta um primeiro caso, relatando algumas formas bem tradicionais de lidar com o ensino da calorimetria (à esquerda) e outras com abordagens voltadas à proposta de sobrepor diferentes campos culturais, procurando trabalhar campos dos próprios estudantes e constituindo assim novas situações de ensino e aprendizagem (à direita).

MAIS TRADICIONAL

(reprodução de padrões)
 (fronteiras bem definidas)
 (dentro da estrutura cultural da Física)

apresentar as fórmulas de calorimetria
 resolver exercícios simples, ampliando as fórmulas
 propor exercícios mais elaborados, incluindo corpos em um calorímetro ideal
 propor desafios, como problemas de muitos corpos em um calorímetro não ideal

**MAIS INOVADORA**

(ação criativa, transformadora)
 (fronteiras difusas)
 (sobreposição de diferentes estruturas)

discutir o chuveiro elétrico como elemento de troca de calor
 questionar sobre o vidro espelhado da garrafa térmica
 pedir aos alunos que verbalizem situações de suas vidas e tecnologias que utilizem trocas de calor
 propor uma dinâmica com cada aluno representando um corpo e com a sala de aula funcionando como um calorímetro

1. Qual dessas abordagens você considera mais eficaz para o desenvolvimento de competências e habilidades? Por quê?

A lista não é exaustiva, nem é uma receita a ser seguida. Trata-se de uma forma de pensar como é a reprodução de padrões de uma cultura didática da Física e como é tratá-la como uma sobreposição cultural.

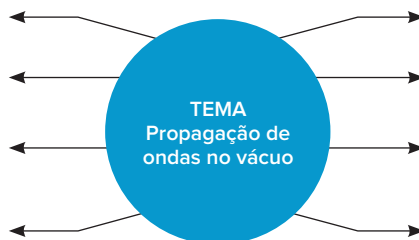
Considere que a ação inovadora para você vai depender da sua relação com a Física e com as estruturas solidificadas em sua cultura escolar. Logo, o exemplo anterior pode ter elementos bem diferentes se forem escolhidos por você.

A seguir, considere o tema "Propagação de ondas no vácuo".

2. Como você imagina que seja a cultura didática tradicional em sua realidade escolar, em relação ao tema que está mostrado no centro do círculo? E como seriam as abordagens que consideram as sobreposições culturais e a influência da tecnologia nesse tópico?

MAIS TRADICIONAL

(reprodução de padrões)
 (fronteiras bem definidas)
 (dentro da estrutura cultural da Física)

**MAIS INOVADORA**

(ação criativa, transformadora)
 (fronteiras difusas)
 (sobreposição de diferentes estruturas)

3. Por último, pense em seu planejamento para a próxima semana. No tema que você irá trabalhar, como seriam as abordagens tradicionais e as inovadoras?

Os fenômenos naturais e os conceitos científicos

Para o filósofo e poeta francês Gaston Bachelard (1884-1962), o conceito de “fenomenotécnica” é utilizado para identificar a produção de fenômenos que são dependentes do pensamento científico. Uma lâmpada elétrica, deste modo, não existiria sem o conceito de corrente elétrica nem a compreensão da combustão como reação química com o oxigênio.



haroldguevara/Shutterstock.com

Evolução histórica dos aparatos de iluminação. Da esquerda para a direita, a mudança da utilização de um fenômeno natural e controlado (como a vela e a lamparina) para a utilização de fenômenos e conceitos advindos das ciências (como a lâmpada de filamento, de plasma e de LED).

Esse processo resulta na produção de uma realidade manufaturada que vai se sobrepondo à ideia original de natureza. Ela tem sua origem na ciência moderna e vai se tornando proeminente até ser naturalizada ao ponto de passar hoje quase despercebida no cotidiano. Por isso, torna-se mais adequado falar em tecnonatureza ou natureza manufaturada para indicar o amálgama entre natureza e ciência-tecnologia. Por exemplo, o que dizer da corrente alternada que hoje circula na fiação elétrica doméstica?

Ela não é natural no sentido original, pois não pode existir sem apoio numa racionalidade técnico-científica aplicada aos objetos do mundo. Ela é, ao mesmo tempo, fruto do domínio dos fenômenos elétricos, já avaliados desde a Grécia Antiga, mas também de um desenvolvimento científico e tecnológico, que inclui resultados de Coulomb (1736-1806), Faraday (1791-1867), Lenz (1804-1865), Kirchhoff (1824-1887), entre outros. Por isso, Bachelard (2005) define a corrente elétrica não como um fenômeno, mas como um processo de organização estruturada de fenômenos: uma realidade produzida a partir dessa organização.

Entender corrente elétrica alternada, então, só é possível por um pensamento que esteja municiado das diferentes técnicas da teoria eletromagnética. Técnica no sentido de um arcabouço teórico-prático que possibilita a resposta de questionamentos do tipo: Como uma corrente elétrica direta (contínua) se diferencia de uma corrente alternada? Qual é o significado de “alternado”? O que se alterna? O que produz uma corrente alternada num fio? Para responder a essas perguntas, o pensamento precisa estar equipado de todo o arcabouço teórico-prático que torna a corrente elétrica um objeto do campo de saber próprio da racionalidade eletromagnética.

Assim, as revoluções operadas sobre o conhecimento no início do século XX consolidaram uma ruptura entre a experiência comum, ligada ao cotidiano e à vida, e a experiência científica e tecnológica, ligada à organização estrutural do saber. Isso faz com que o conhecimento especializado das ciências e de outras áreas organizadas do conhecimento humano se diferencie da experiência comum de uma maneira nunca vivenciada na história do pensamento humano.

Bachelard (2005) usa o exemplo da medida da massa para exemplificar essa ruptura entre conhecimentos e experiências humanas. Para ele, o positivismo das medidas de massa feitas por uma balança já não têm as mesmas características de uma medida da massa feita por espectroscópios de massa. A primeira é fortemente ligada à experiência imediata. A segunda requer um processo indireto, baseado na interação de campos eletromagnéticos, que detecta isótopos. Ou seja, se na produção científica de ponta a técnica e o conhecimento não se valem da experiência imediata, na produção científica clássica, na qual a massa é aferida em uma balança, tal experiência tem um papel mais relevante.

O que para um químico significa pesar o cloreto de sódio, para um cozinheiro trata-se de pesar o sal de cozinha, sendo ambos processos que diferem da medida em um espectroscópio de massa. Este último requer um distanciamento da experiência e um mergulho teórico para que seus dados sejam interpretados.

Há uma diferenciação necessária entre a experiência comum e o uso sofisticado da racionalidade científica dentro da perspectiva da revolução trazida pela ciência a partir do século XX. O simples ato de “pesar” (medir a massa) passa a incorporar exigências de pensamento que não são acessíveis aos não educados, aqueles que não tiveram nenhuma formação em ciências. O exemplo citado da espectroscopia é de interesse, pois dominá-la é hoje uma necessidade em campos que não se restringem aos domínios da pesquisa em Química ou em Física. Trabalhadores de diversos setores da indústria se veem hoje defrontados com a necessidade de fazer uso de tal equipamento (espectroscópio de massa) para exercerem suas tarefas profissionais, como nos laboratórios da indústria farmacêutica.



vetter/Shutterstock.com



Surasak_Photo/Shutterstock.com

Balança de braços tradicional (a) e espectroscópio de massa, muito comum em laboratórios de pesquisa (b).

Deixar o ensino das ciências na escola preso unicamente a fatos que dependem da experiência imediata é reduzir a ciência a seu aspecto empirista. Isso significa deter o desenvolvimento cultural de uma sociedade aos aspectos imediatos da realidade, o que faz ignorar a importante competência de uso da razão para o acesso de entidades menos óbvias da natureza. Logo, o ensino da Física precisa estar recheado de situações, aparatos tecnológicos e exemplos de situações contemporâneas, tal que conhecimentos que se dão de maneira menos experiencial e mais racional sejam discutidos.

Dessa forma, privar os estudantes do acesso ao pensamento científico, manifestado nos vários campos da Física atual, é impedir o acesso a parte considerável do mundo. Desse modo, a expressão “ser alfabetizado cientificamente” não é apenas uma metáfora linguística mas também uma realidade, na medida em que a leitura do mundo passa por ser capaz de decodificar e refletir com base numa racionalidade gestada no interior do conhecimento científico.

Atividade 5

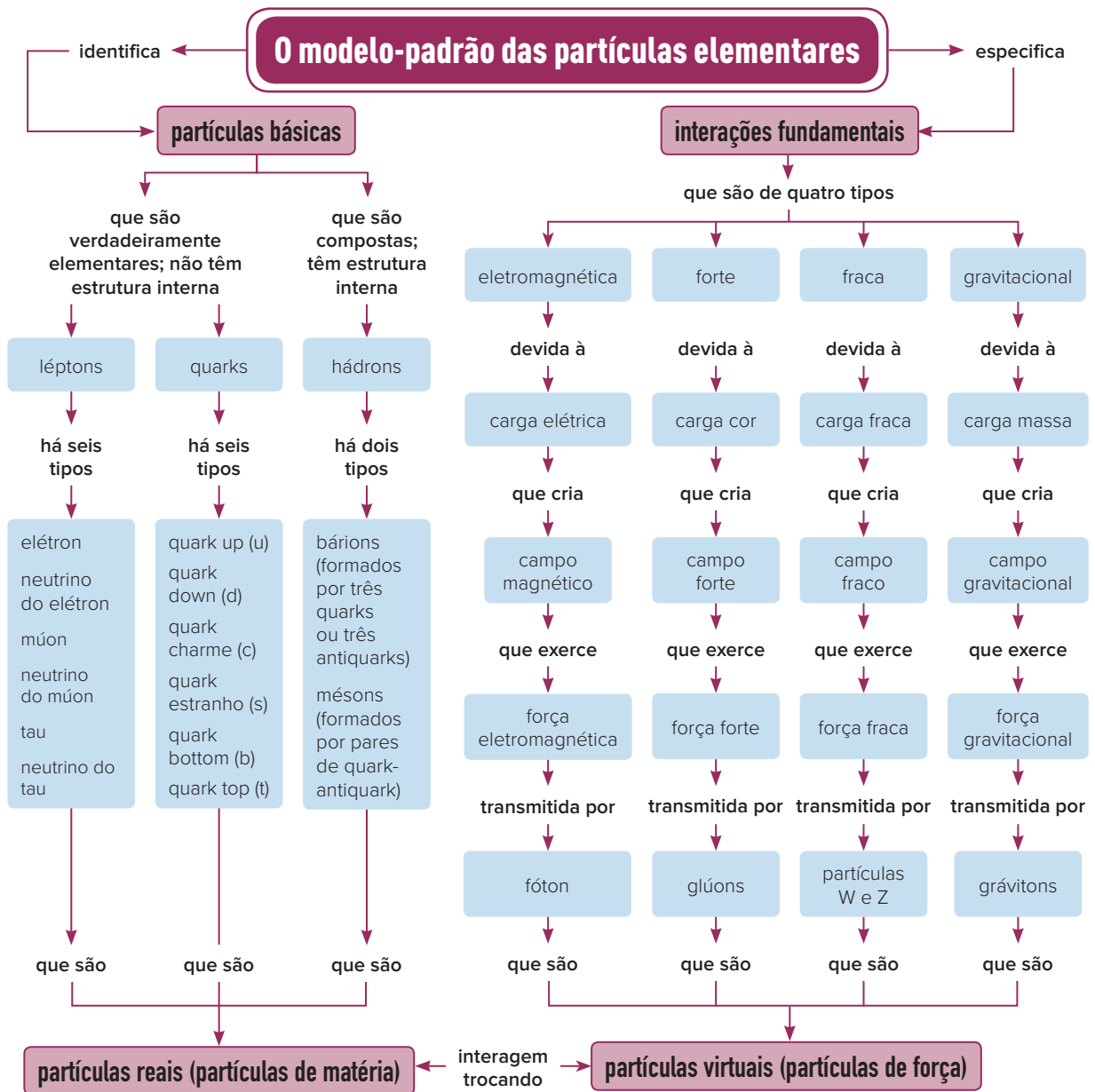
Praticando a racionalidade científica

O Modelo Padrão das partículas elementares é um caso muito emblemático de construção de entendimento pelo uso da racionalidade, acima da experiência humana imediata.

Esse mapa conceitual é uma organização de conhecimentos advindos de experimentos sofisticados, que vão desde a detecção de partículas em câmaras de bolhas até colisões em aceleradores de partículas. Mas sua compreensão depende de uma refinada estrutura teórica da Física.

Busque articulações de elementos do mapa com tecnologias que circulam na sociedade e elabore uma breve sequência de ensino sobre isso.

Dimensões: 2 e 3.
Material: computador ou celular com acesso à internet; vídeos; mapa conceitual.
Tempo: cerca de 4 horas.



Fonte: MOREIRA, M. A. O modelo-padrão da Física de Partículas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [São Paulo], v. 31, n. 1, p. 1306-1 a 1306-11, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a06.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.

Vivência **3**

Problematizando as situações de vida em locais hostis

O Brasil é um dos 42 países que possuem uma base no continente antártico. A Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) é um importante centro de pesquisa, permitindo a produção de conhecimento científico em áreas como a Oceanografia, a Paleontologia e a Física.

Os desafios de sobrevivência em um ambiente tão hostil são enormes. Garantir a segurança, a disponibilidade energética e alimentícia e o abrigo no continente gelado requer planejamento, conhecimento e tecnologia.

Dimensões: 1, 2 e 3.

Material: computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: 2 semanas. A primeira com leitura e discussão e a segunda para apresentação de soluções possíveis.



Ricardo Leizer/Fotoarena

Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), reconstruída e finalizada em 2020, após incêndio em 2012.

Tome o caso da EACF e proponha a seus alunos três diferentes problemas para a manutenção segura de pesquisadores no local (como energia elétrica, aquecimento e comunicação).

Divida sua turma em grupos, de modo que possam, após a leitura de textos sobre o assunto, discutir as soluções necessárias, problematizando a Física como elemento importante, mas não único, de garantia de funcionamento seguro da estação. Na semana seguinte, os grupos irão apresentar as soluções propostas.

Para saber mais

MOREIRA, M. A. O modelo-padrão da Física de Partículas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [São Paulo], v. 31, n. 1, 1306-1 a 1306-11, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a06.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2020.


A leitura traz a oportunidade de compreender a teoria denominada modelo-padrão das partículas elementares.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

Artigo científico crítico que explora as diferentes definições de alfabetização científica e discute como planejar propostas didáticas para promover a alfabetização científica entre os estudantes.

Mediação didática da Física

- O ensino nas escolas foi sempre disciplinar?
- Quais são os saberes que hoje são ensinados nas salas de aula de Física?
- Por que parece tão natural ensinar os estudantes a resolver problemas que envolvem, por exemplo, ultrapassagem de móveis ou obtenção de imagem produzida em espelhos e lentes?



A Física nos possibilita investigar diferentes fenômenos naturais e, por meio de observações e experimentos, elaborar teorias e equações matemáticas para tentar prever determinados comportamentos. Teorias e descobertas ao longo dos últimos séculos levaram a uma série de avanços na área da tecnologia, como o controle da eletricidade, em virtude dos fundamentos do Eletromagnetismo.

Essas questões poderiam ser respondidas de modo simples, apenas reafirmando a tradição de ensinar os componentes curriculares da ciência, como Física, Química e Biologia, pela aparente seleção de alguns de seus aspectos mais fundamentais. Porém, entender a prevalência dos saberes disciplinares nos currículos é algo mais complexo. Um olhar mais rápido pode dar a falsa impressão de que os conhecimentos produzidos no interior das disciplinas são naturalmente adequados aos processos de ensino-aprendizagem que ocorrem nas escolas. Na realidade, esse processo de adequação foi construído historicamente e tem garantido uma grande estabilidade na forma como se ensina e se aprende em situações escolares.

Se pudéssemos elencar áreas de conhecimento que poderiam ter presença nas grades curriculares das escolas, rapidamente perceberíamos que existem muito mais candidatos do que espaço. Algumas disciplinas escolares, como Música e Retórica, eram muito presentes nos currículos. Outras permanecem ainda presentes em alguns currículos, como Religião/Teologia.

Uma maneira de pensar a seleção de conteúdo do currículo é considerar a inclusão de determinados conhecimentos por seu valor na sociedade. Como tratamos na Unidade 3, as Ciências da Natureza tornaram-se a base de desenvolvimento da sociedade desde o século XVII. Ao mesmo tempo, a própria sociedade passou a considerar os conhecimentos das Ciências da Natureza como um conhecimento essencial e que deveria estar inserido no projeto formativo desenvolvido nas escolas.

A partir de meados do século XIX, aproximadamente, os currículos passam a incorporar de maneira sistemática as Ciências da Natureza como “matérias” a serem ensinadas nas escolas dos principais centros urbanos da Europa. Ao mesmo tempo, aparecem livros didáticos de Ciências da Natureza e especificamente de Física, Química e Biologia.

Hoje, distanciados no tempo, passamos a ver os currículos escolares sendo compostos de disciplinas como Física, Química e Biologia. Assim, a presença das ciências como referência na elaboração dos currículos naturalizou-se de modo a associarmos diretamente disciplinas escolares com os currículos escolares.

Nesta Unidade, apresentaremos uma das várias teorias educacionais que buscam tornar explícito o processo de mútua adequação entre a didática na sala de aula e as características disciplinares do conhecimento.



jamesteohar/Shutterstock.com

Transposição didática

Como professores de Física, muitas vezes temos dificuldade de nos distanciar do que fazemos no cotidiano da sala de aula e acabamos por forjar ideias falsas sobre nosso trabalho. A forma como representamos o conhecimento físico se encaixa nessa situação. Por exemplo, pode-se pensar que estamos ensinando exatamente aquilo que os físicos profissionais usam em suas pesquisas. Imagine a seguinte situação: um estudante de primeiro ano de Física, que estudou pouco mais do que a Cinemática, motivado pelas aulas da nova disciplina chega até você e pergunta: “Professor, estou gostando muito de aprender Física e gostaria de ser um cientista. Quais são as pesquisas atuais que estão sendo feitas em Cinemática?”. Cinemática!? Uma resposta sincera desmotivaria o estudante, pois provavelmente desde o período do físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) não há pesquisas físicas básicas nessa área.

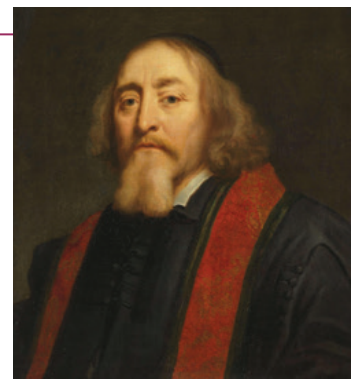
O entendimento que passamos aos estudantes é que estamos ensinando um conteúdo que se utiliza nos laboratórios e nos centros de pesquisa. Isso é em parte verdade, pois alguns conceitos continuam servindo de instrumentos de trabalho no dia a dia de um físico profissional. Mas uma grande parte são conteúdos que se acumularam ao longo de décadas de processos de seleção e adaptação ao ambiente escolar. Ou seja, o que ensinamos nas aulas da área de Física e da maioria dos componentes curriculares são construções didáticas destinadas a atender aos objetivos da sala de aula.

O conhecimento escolar não é considerado meramente uma simplificação do conhecimento produzido pelos cientistas, mas um conhecimento em si mesmo, construído de modo a manter relações com o conhecimento de referência (no caso da Física) que deem legitimidade ao seu ensino, mas também de modo a adaptá-lo para ser ensinado e aprendido. Dessa forma, diferentes teorias foram propostas para elucidar que conteúdo é ministrado na escola, assim como suas relações com o conhecimento de referência. Uma dessas teorias é a de **transposição didática**, que utilizamos, nesta obra, na versão original desenvolvida no campo da Educação Matemática pelo matemático Yves Chevallard e na versão renovada proposta por Pierre Clément.

Vozes

Johannes Amos Comenius (1592-1670) é considerado um dos fundadores da Pedagogia, área que, de certo modo, elevou a arte de ensinar ao *status* de conhecimento. Ele tinha como expectativa desenvolver meios de ensinar tudo a todos da forma mais simples e mais rápida, e desenvolveu um método de alfabetização e tornou-a obrigatória a todos os residentes na Suécia. Escreveu mais de 200 livros, entre os quais a *Didacta Magna* (1631), uma de suas obras mais conhecidas e que serviu de base para o desenvolvimento da Didática moderna.

Jürgen Ovens. *Retrato de Johannes Amos Comenius*, 1650-1670. Óleo sobre tela, 64 cm × 56 cm.



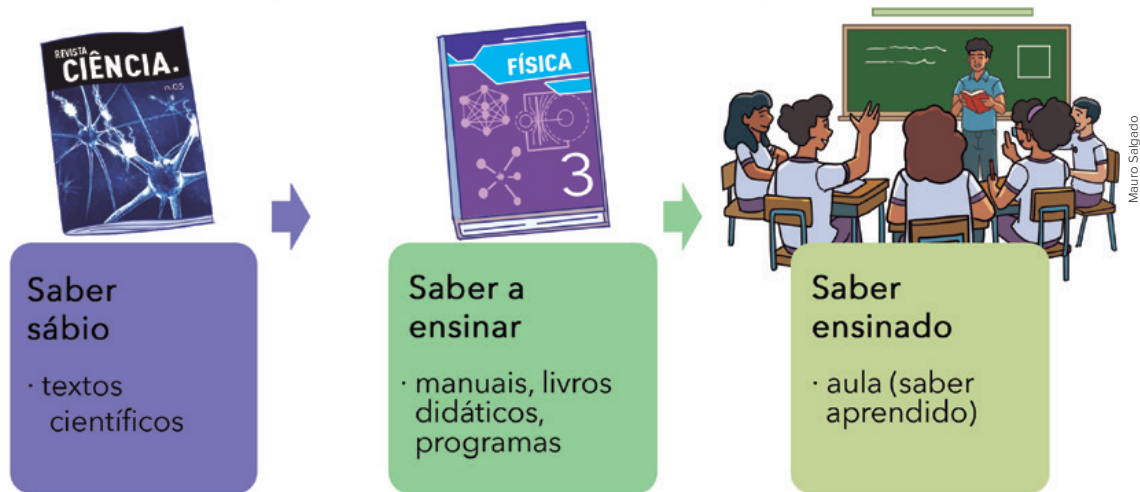
Rijksmuseum, Amsterdam. Foto: AlbumFotoarena

A teoria da transposição didática de Chevallard

A ideia de transposição didática foi formulada originalmente pelo sociólogo Michel Verret em 1975 para descrever as restrições na escolha do conteúdo a ser ensinado. Em 1980, o matemático Yves Chevallard utilizou essa ideia como base da teoria que propôs para analisar problemas no campo da didática da Matemática (CHEVALLARD, 1991). Embora tenha realizado um desenvolvimento inicial no campo da Educação Matemática, a teoria também teve impacto em outras áreas de ensino, como a educação em Ciências (PINHO-ALVES, 2004).

Segundo essa teoria, o conceito de transposição didática constitui uma ferramenta eficaz de análise do conhecimento gerado pela comunidade científica (“saber sábio”), que se transforma no conhecimento contido em cursos e livros didáticos (“saber a ensinar”), e depois no que realmente aparece em sala de aula (“saber ensinado”). Ou seja, a transposição didática designa o conjunto de transformações em um saber de referência (“saber sábio”) para que ele possa ser ensinado.

Produção de saberes na transposição didática



Transformação sofrida pelos saberes desde a fonte original até chegar à sala de aula.

As modificações do conhecimento na transposição de seus contextos de produção para os de ensino e aprendizagem ocorrem sob a influência do que Chevallard denomina **noosfera**, isto é, o campo de ação do conjunto de atores participantes do processo de transposição didática. Somente por meio de tais modificações o conhecimento científico pode ser ensinado e aprendido no contexto escolar.

Segundo Chevallard (1991, p. 34):

A noosfera é o centro operacional do processo de transposição, que traduzirá nos fatos a resposta ao desequilíbrio criado e comprovado [entre os ideais e possibilidades dos saberes científicos] (expresso pelos matemáticos, pelos pais, pelos professores mesmos). Ali [na noosfera] se produz todo conflito entre sistema e entorno e ali encontra seu lugar privilegiado de expressão. Neste sentido [do conflito de interesses], a noosfera desempenha um papel de obstáculo.

De acordo com a teoria de Chevallard, o conhecimento passa por profundas modificações ao ser transposto de um contexto para o outro, até ser transformado em um objeto de ensino. Ao ser transposto didaticamente, o conhecimento retém algumas características de seu contexto epistemológico de produção, porém adquire outras, próprias dos programas curriculares, dos livros didáticos, do ambiente escolar no qual será alojado.

De acordo com a teoria da transposição didática, os conhecimentos presentes nos contextos educacionais não são, portanto, meras simplificações dos conhecimentos científicos originais, mas novos conhecimentos, no sentido de que foram transformados ao serem transpostos do domínio epistemológico de sua produção para um domínio diferente, o ambiente escolar, de modo a poderem ser ensinados e aprendidos. Essa forma de conceber o ensino traz embutida a ideia equivocada de simplificação do saber:

À primeira vista somos levados a interpretar que o saber a ensinar é **apenas** uma mera “simplificação ou trivialização formal” dos objetos complexos que compõe o repertório do saber sábio. Essa interpretação é equivocada e geradora de interpretações ambíguas nas relações escolares, pois revela o desconhecimento de um processo complexo de transformação do saber. (ALVES FILHO, 2000, p. 225, grifo nosso).

O conhecimento presente em currículos, livros didáticos, salas de aula e outros contextos intervenientes nos processos de ensino e aprendizagem deve se manter referenciado no conhecimento produzido pelas comunidades científicas (de físicos, biólogos, químicos, geólogos etc.). No entanto, este último conhecimento é, ao mesmo tempo, transformado de maneira tanto a perder algumas características que tem no contexto de sua produção quanto a ganhar outras características que o tornam mais adaptado ao uso escolar. Desse modo, conhecimento de referência e conhecimento ensinado, embora relacionados, são necessariamente diferentes.

A existência de objetos de estudo presentes exclusivamente no contexto de ensino, sem equivalentes nos contextos de produção do conhecimento científico – tais como “transformação de escalas termométricas”, “movimentos uniformemente variados”, “circuitos elétricos em série e em paralelo” ou, na Biologia, grupos taxonômicos já deixados de lado na sistemática contemporânea (peixes, répteis etc.) –, atestam que o que se ensina não é meramente simplificação conceitual, mas transformação visando à criação de conhecimentos destinados ao ambiente escolar.

Quando existem, as simplificações são operações circunscritas a certos domínios, como ocorre quando há uma opção didático-pedagógica de limitar a profundidade conceitual na abordagem de um conteúdo, como no estudo do movimento de corpos considerando apenas a ação de forças de intensidade constante, o que permite o uso de funções horárias simples que não dependam de cálculo diferencial.

Por isso, Chevallard, ao exprimir alguns aspectos que são próprios ao processo de transposição didática, deixa claro que esta não é apenas um processo de simplificação, mas uma verdadeira engenharia didática.

De maneira geral, a transposição didática obedece aos processos a seguir.

- **Despersonalização do saber:** ocorre quando, nos discursos em livros didáticos e em sala de aula, a autoria de leis e conceitos é abandonada em prol de uma formulação que tende a naturalizar o conhecimento. Assim, todo o trabalho de cientistas como Faraday e Maxwell torna-se apenas a “lei de indução eletromagnética”. Em alguns casos, o nome do cientista é mantido, mas apenas como uma alusão, como no caso das Leis de Newton; no entanto, o verdadeiro investimento de Newton na formulação de tais leis fica fora do conhecimento tratado em sala de aula.
- **Dessincretização do saber:** é o resultado do processo de perda do contexto em que uma situação-problema dá significado ao conhecimento produzido. Por exemplo, o campo gravitacional é em geral apresentado aos estudantes sem a situação-problema que lhe deu origem: compreender por que os planetas continuam a orbitar o Sol mesmo quando estão distantes dele e próximos de outros corpos.

- **Perda da temporalidade do saber:** é o processo de aproximar eventos que estavam distantes no contexto histórico. Por exemplo, a maneira de tratar o campo gravitacional e o campo elétrico como se fossem aspectos da natureza investigados dentro de um mesmo programa de pesquisa.
- **Programabilidade na aquisição do saber:** talvez seja o processo de transposição mais importante na adequação didática do conhecimento. A sequência de conhecimento obedece a uma ordem de apresentação que, aparentemente, facilita o ensino e, supõe-se, a aprendizagem. Por exemplo, ensinar primeiro a Cinemática (descrição do movimento), para em seguida ensinar a Dinâmica (causas do movimento) e depois a Estática (equilíbrio do ponto material ou corpo extenso). A ordem de ensino desses três conteúdos escolares poderia ser alterada com vantagens e desvantagens; porém, a tradição acaba por considerar a ordem acima a melhor para tratar o conteúdo da Mecânica.
- **Dogmatização do saber:** talvez o processo mais característico na área das Ciências da Natureza, é a opção por apresentar no contexto de ensino apenas os produtos do trabalho científico, em detrimento dos processos que levaram à obtenção deles. Um caso emblemático na Física é quando se apresenta a Lei de Coulomb, mas não se menciona todo o longo e complicado processo de construção da balança de torção que tornou possível verificar essa lei.



A transposição didática é um processo por vezes tortuoso e que envolve processos menores.

Jiw Inglea/Shutterstock.com

Dilemas da transposição didática

A transposição didática envolve dilemas que são próprios da construção do conhecimento escolar. O principal deles se origina da necessidade de satisfazer requisitos dos contextos epistemológicos tanto da ciência quanto da sala de aula. Há uma tensão entre as perspectivas científica e educacional que se mostra importante para manter tanto a relação do conhecimento escolar com o conhecimento científico de origem quanto a possibilidade de que este seja ensinado e aprendido.

Da perspectiva da ciência, o conhecimento deveria manter-se próximo do conhecimento científico, mantendo-se fiel ao contexto de sua produção. No entanto, da perspectiva educacional, os conhecimentos escolares devem estar vinculados aos objetivos do projeto formativo em curso e se manterem passíveis de ensino e aprendizagem. Trata-se de um dilema, porque não há como contemplar integralmente ambas as exigências.

A transposição didática será sempre um compromisso entre esses dois polos, envolvendo uma negociação entre as exigências provenientes do contexto científico e do contexto escolar. Há uma negociação contínua entre diferentes atores da transposição didática, a exemplo da comunidade científica, que frequentemente se pronuncia a favor da diminuição da distância entre o conhecimento escolar e o de referência, e de autores e editoras de livros didáticos, assim como professores, que se esforçam em manter uma distância que torne exequível o ensino e mais provável a aprendizagem dos conteúdos científicos.

Essa negociação é determinada geográfica e historicamente, podendo ser revista e modificada a todo momento, face a necessidades que se originem em um dos contextos ou em ambos. Ela pode favorecer, eventualmente, um equilíbrio entre os dois polos, tornando possível satisfazer parcialmente as exigências de ambos os contextos, caso se exerça o que Chevallard denomina “vigilância epistemológica”:

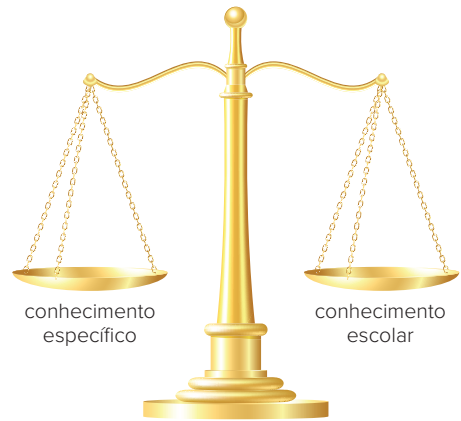
[...] uma ferramenta que permite recapacitar, tomar distância, interrogar as evidências, pôr em questão as ideias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Em uma palavra, é o que lhe permite exercer sua vigilância epistemológica. (CHEVALLARD, 1991, p. 16).

Essa vigilância pode manter sob controle os riscos envolvidos nesse dilema. Uma tentativa de contemplar exaustivamente os requisitos colocados pelo campo de produção do conhecimento científico sobre os conteúdos escolares geraria objetivos de aprendizagem impossíveis de gerenciar em sala de aula. Não haveria como ensinar, por exemplo, os campos eletromagnéticos em uma sala de aula do Ensino Médio sem um ajuste das situações que têm simetrias que tornam as aplicações da lei de Coulomb imediatas.

Da mesma forma, a valorização excessiva do papel social do conhecimento poderia colocar os conhecimentos científicos a reboque das demandas colocadas por contextos sociais situados no tempo e no espaço, afastando-se demasiadamente do entendimento científico.

Ensinar Física pode parecer algo que se consegue apenas dominando os conhecimentos teóricos e as formas de resolver problemas. Quem já passou por uma sala de aula sabe que dominar o conhecimento físico é uma necessidade, mas está longe de ser suficiente para garantir a aprendizagem dos estudantes.

De certo modo, o que desenvolvemos como professores numa sala de aula se assemelha muito à atuação de um maestro que medeia a participação de todos os componentes de uma orquestra na execução de uma peça musical. Ser capaz de perceber os aspectos relevantes da peça, as habilidades de cada músico e obter a melhor *performance* envolve competências que vão além da própria capacidade musical do maestro. Um professor também trabalha nessa perspectiva quando desenvolve sua ação didática em sala de aula. Assim, a mediação didática é um aspecto a ser investigado e aprendido pelo professor de Física ao longo de sua carreira.



Por meio da transposição didática, enfrenta-se o desafio de conciliar o conhecimento científico e o contexto escolar.

A transposição didática seria um processo normal de produção de conhecimentos que se presta a alimentar a relação entre professor, estudantes e conhecimento/saberes. Tal relação ficou conhecida como **triângulo das relações didáticas** ou simplesmente **triângulo didático** (ASTOLFI e DEVELAY, 1995).

O triângulo didático

Concepções medeiam a relação entre estudantes e o conhecimento ensinado; um contrato didático medeia a relação entre professores e estudantes; e a didatização do conhecimento, da qual se ocupam as teorias sobre a construção do conhecimento escolar, medeia a relação entre professores e o conhecimento a ser ensinado.

Para entender o conhecimento escolar, é necessário entender as relações que se estabelecem entre os “lados”. No triângulo didático, a relação entre o conhecimento ensinado e o aprendiz é regulada por “concepções”, que, portanto, são entendidas como o que os estudantes aprendem.



O triângulo didático de Develay em versão adaptada por Clément (2006).

Na perspectiva da transposição didática, sempre há um conhecimento de referência como origem do processo de didatização que acaba por gerar o conteúdo escolar. No entanto, num outro trabalho contemporâneo, mas independente, Martinand (2003) destaca a importância de outros tipos de saberes na produção de conteúdo escolar. O argumento de Martinand é de fácil compreensão: o autor defende que outras formas de saber que incorporam conhecimentos científicos e estão presentes na sociedade são referências tão importantes quanto os próprios saberes científicos.

Para Astolfi e Develay (1995, p. 53):

[...] deve-se, de maneira inversa, partir de atividades sociais diversas (que podem ser atividades de pesquisa, de engenharia, de produção, mas também de atividades domésticas, culturais...) que possam servir de referência a atividades científicas escolares, e a partir das quais se examina os problemas a resolver, os métodos e atitudes, os saberes correspondentes.

Goodboy Picture Company/Stockphoto.com



No caso da Física, teríamos a Engenharia como uma área de saber que incorpora aspectos dessa área do conhecimento e tem papel fundamental na vida em sociedade.

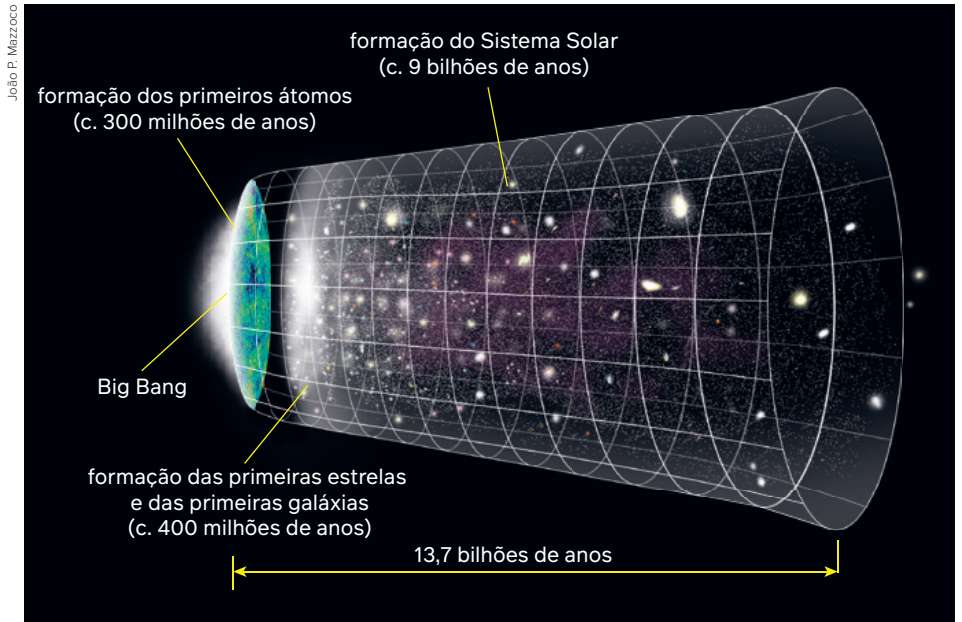
Características de um conhecimento “ensinável”

A transposição didática fornece, também, evidências concretas sobre os conhecimentos escolares. Ou seja, as características que tornam um conhecimento “ensinável” podem ser entendidas por meio da transposição didática.

Chevallard enfatizou algumas dessas particularidades – por exemplo, o conhecimento a ser ensinado – aquele incorporado a um currículo ou livro didático – deve ser consensual. Professores, pais e estudantes devem saber o valor do que é ensinado, sem espaço para dúvidas. O conteúdo deve ter um *status* de “verdade” histórica ou atualidade. Por isso, há uma preferência por temas mais antigos e tradicionais no ambiente escolar, em detrimento daqueles ditos “de fronteira”.

Chevallard afirma também que o conhecimento científico, para ser transposto, precisa estar de acordo com dois tipos de atualidade, descritos a seguir.

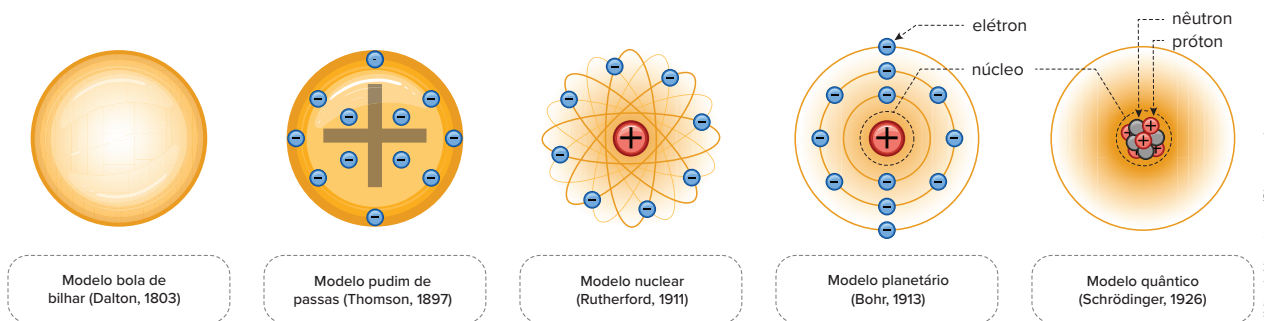
- **Atualidade moral:** o conhecimento deve fazer parte do contexto da sociedade, ou seja, é considerado importante pela população, e por isso deve integrar o currículo. Se não for considerado importante, abre-se a possibilidade de a sociedade considerá-lo desnecessário para compor o currículo das escolas.
- **Atualidade científica:** o conhecimento deve ser atualizado e estar relacionado à ciência de referência. Por exemplo, o uso do éter como suporte material para ensinar ondas eletromagnéticas ou do calórico como fluido térmico no ensino de Termologia podem ser considerados inadequados se não forem contextualizados a uma perspectiva histórica.



No ensino de Física, temas de Astrofísica e Cosmologia, como evolução estelar e o Big Bang, podem até aparecer em livros didáticos; porém poucos professores tratam de tais temas em suas aulas. (Imagem sem escala.)

Fonte: NIKAM, Sidharth. The Big Bang and expansion of the universe. In: NASA. JET Propulsion Laboratory. [Pasadena], [20--?]. Disponível em: www.jpl.nasa.gov/infographics/infographic.view.php?id=10824. Acesso em: 30 dez. 2020. Concepção artística do início e da evolução do Universo.

Evolução dos modelos atômicos



A atualidade se manifesta na tentativa dos livros didáticos de oferecer a melhor versão do modelo atômico, iniciando por Dalton e algumas vezes chegando até Schrödinger. (Imagem sem escala.)

Outra propriedade importante do conhecimento escolar é a **operacionalidade**, ou seja, o “saber a ensinar” deve ser operacional. De certo modo, o conhecimento que pode ser apresentado em exercícios, atividades e tarefas pode ser avaliado de forma mais objetiva; portanto, é mais provável que seja transposto, ao contrário do conteúdo que não pode produzir atividades avaliáveis. Sequências didáticas que desenvolvem conteúdos e atividades interessantes, porém não operacionalizáveis, não se adaptam à aplicação no cotidiano escolar, não favorecendo uma posição ativa dos estudantes no processo de aprendizagem.

Também é necessária **criatividade didática** para que o conhecimento científico seja incorporado às condições do sistema de ensino almejado pelo saber escolar. Isso significa criar um conhecimento com identidade própria sob determinada formação educacional, negociando de forma equilibrada importantes características conceituais do conhecimento científico relacionadas aos aspectos básicos da sala de aula. Isso cria um objeto de ensino de Ciências com uma “identidade didática”. Com isso, existem conteúdos que aparecem apenas no contexto do ensino, mas não na produção do conhecimento científico, sendo resultado da criatividade didática. Por exemplo, as situações de cálculo do campo elétrico gerado por várias cargas pontuais são uma construção didática que visa à aprendizagem do princípio de superposição.

Teoria Antropológica do Didático

A **Teoria Antropológica do Didático** (TAD), proposta por Yves Chevallard, é uma ampliação de sua Teoria da Transposição Didática (TTD). A TAD possibilita incluir a contextualização social e cultural dos saberes ensinados, aspecto pouco destacado na TTD. Nesse sentido, ela é uma aproximação da maneira de formular e ensinar problemas a partir de uma abordagem antropológica. Assim, conforme Marandino (2016), “o programa de pesquisa almejado pela TAD pretende modelar as condições institucionais pelas quais uma dada disciplina e o ensino desta disciplina é construído e articulado, percebendo-se a forma como é operado e como interage”.

Um importante conceito da TAD é a praxeologia, que se apresenta como uma unidade de análise com duas dimensões: a teórica e a prática. A parte teórica reflete a parte racional, que explica como as ações são realizadas a partir da teoria, da técnica e da tecnologia. A parte prática, por sua vez, representa as ações que são realizadas por meio de diferentes tipos de tarefa.

Atividade 1

“Nova Teoria sobre Luz e Cores” de Newton

Chevallard afirma que um conhecimento, ao ser transposto para o contexto escolar, acaba sendo transformado, perdendo alguns aspectos importantes presentes no contexto original da pesquisa e ganhando outros, próprios do contexto socioeducacional no qual será ensinado.

Leia a seguir a tradução de um trecho da carta que Isaac Newton escreveu sobre sua “Nova Teoria sobre Luz e Cores”, a fim de comunicá-la à Royal Society, a Academia de Ciências britânica, em 6 de fevereiro de 1671 (SILVA; MARTINS, 1996, p. 315-316).

SENHOR,

Para cumprir minha promessa anterior, devo sem mais cerimônia adicional informar-lhe que no começo do Ano de 1666⁶ (época em que me dedicava a polir vidros ópticos de formas diferentes da *Esférica*), obtive um Prisma de vidro Triangular para tentar com ele o célebre *Fenômeno das*

× **Dimensão:** 3.
Material: lápis e papel.
Tempo: cerca de 2 horas.

6 Nessa época (1666), Newton estava estudando no Trinity College. O tom biográfico com o qual Newton apresentou suas experiências com prismas gerou uma discussão entre historiadores da ciência, como Ruppert Hall e Thomas S. Kuhn. Antes de 1666 Newton já fazia experiências com luz, cores e prismas. Essas experiências estão descritas no livro de anotações que Newton mantinha nessa época [...]. Hall acredita que Newton descobriu a relação entre cor e índice de refração observando dois fios de cores diferentes através de um prisma, enquanto Kuhn acredita que Newton chegou a essa relação passando um feixe de luz branca através de um prisma. [...]

Cores⁷. Para esse fim, tendo escurecido meu quarto e feito um pequeno buraco na minha janela para deixar entrar uma quantidade conveniente de luz do Sol, coloquei meu Prisma em sua entrada para que ela [a luz] pudesse ser assim refratada para a parede oposta. Isso era inicialmente um divertimento muito prazeroso: ver as cores vívidas e intensas assim produzidas; mas depois de um tempo dedicando-me a considerá-las mais seriamente, fiquei surpreso por vê-las em uma forma *oblonga* que, de acordo com as leis aceitas da Refração⁸, esperava que deveria ter sido circular⁹.

Elas terminavam dos lados em linhas retas, mas nas extremidades o enfraquecimento da luz era tão gradual que era difícil determinar corretamente qual era a sua forma; no entanto pareciam *semicirculares*¹⁰.

Comparando o comprimento deste *Espectro [Spectrum]*¹¹ colorido com sua largura, encontrei-o aproximadamente cinco vezes maior, uma desproporção tão acentuada que me excitou a uma curiosidade mais que ordinária de examinar de onde ela poderia proceder¹². Pensei que dificilmente as várias *Espessuras* de vidro, ou a terminação com sombra ou escuridão, poderiam ter qualquer Influência na luz para produzir tal efeito. Entretanto pensei que não era impropriedade examinar aquelas circunstâncias, e assim testei o que aconteceria transmitindo luz através de partes do vidro de diversas espessuras, ou através de buracos na janela de diversos tamanhos, ou colocando o Prisma fora, para que a luz pudesse passar através dele e ser refratada antes de ser limitada pelo buraco. Mas não encontrei nenhuma dessas circunstâncias significativa. A aparência das cores era em todos esses casos a mesma.

Então suspeitei se por alguma *irregularidade* no vidro ou outra irregularidade contingente essas cores poderiam ser dilatadas assim¹³.

Reúna-se em grupo com colegas professores de Física ou de outras disciplinas da área de Ciências da Natureza e discutam as questões a seguir.

1. Que aspecto(s) do contexto de produção da ciência chamou (chamaram) sua atenção?
2. Compare a forma como o conteúdo é tradicionalmente apresentado nas aulas de Física e a forma como aparece na carta de Newton e tente descrever os processos de transformação do saber listados a seguir.

<ol style="list-style-type: none"> a) Redução do tempo. b) Programabilidade. c) Dogmatização. d) Despersonalização. 	<ol style="list-style-type: none"> e) Dessincretização f) Perda de temporalidade. g) Dilemas.
---	--

7 Mantivemos o uso de Newton das maiúsculas e itálico em algumas palavras.

8 Newton está se referindo à lei dos senos ($\sin i / \sin r = n$), descoberta por Willbrord Snell (1591-1626) entre 1621 e 1625 e publicada primeiramente por Descartes em sua *La Dioptrique* em 1637, quase mil e quinhentos anos após Ptolomeu tentar estabelecer uma lei experimental de refração. As investigações de Ptolomeu continuaram com os árabes Ibn al-Haytham e Witelo e com Kepler, que teceu considerações teóricas sobre a refração. Existe uma discussão sobre se Descartes viu ou não os manuscritos de Snell antes de publicar sua lei da refração. Como não existe documentação suficiente para se decidir sobre a prioridade da descoberta da lei dos senos, a descoberta é atribuída a ambos independentemente. [...]

9 Este é um ponto fundamental de todo o trabalho de Newton, mas que não fica muito claro no artigo. Por que motivo Newton esperaria que a mancha luminosa produzida pela refração da luz solar no prisma fosse circular e não alongada? A resposta detalhada, que não é apresentada neste artigo de Newton, foi desenvolvida por ele em outros escritos [...]. Nas condições em que Newton realizava o seu experimento, é possível provar que o feixe emergente do prisma deveria ser cônico, com a mesma abertura que o cone subentendido pelo disco solar, caso todos os tipos de raios sofressem a mesma refração no prisma.

10 A aparência visual do espectro não é exatamente como Newton descreve. Sua descrição parece ser baseada mais em expectativas teóricas do que em mera observação. Visualmente, o espectro tem uma aparência parecida com uma gota. [...]

11 Em latim, no original. Newton foi o primeiro a usar a palavra *spectrum* com o significado de uma banda colorida formada por um feixe de luz branca após atravessar um prisma. Até então a palavra era usada para designar uma aparição ou um fantasma (*The compact edition of the Oxford English Dictionary*, vol 2. p. 2952).

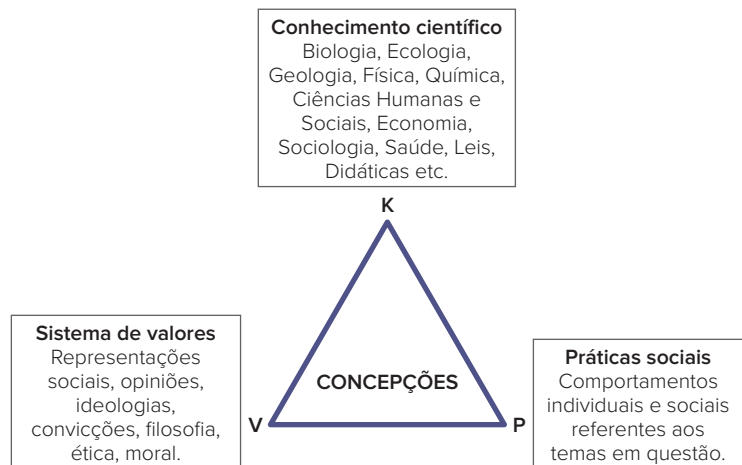
12 Nesse artigo Newton está sugerindo que sua investigação se originou da análise do alongamento do espectro luminoso e do estudo de várias explicações possíveis para o fenômeno. Os manuscritos de Newton que foram conservados [...] indicam que suas primeiras ideias sobre relação entre cores e diferença de refrangibilidade se originaram de um modo diferente – aproximadamente como indicado na proposição 1 do livro *Opticks* (1952).

13 A hipótese que Newton vai discutir agora é a de que o fenômeno de formação de um espectro alongado é causado por irregularidades do prisma, como bolhas de ar no vidro ou imperfeições de suas superfícies.

A perspectiva renovada da transposição didática de Clément

Outros autores, inspirados nas discussões de Chevallard, modificaram e expandiram sua teoria para usá-la na didática de diferentes áreas, como as Ciências, e também com o intuito de promover maior conexão entre epistemologia e didática. Por exemplo, Astolfi e Develay (1995) aprofundaram a discussão sobre como o conhecimento científico sofre mudanças em seu estatuto epistemológico quando é transposto didaticamente. Portanto, as escolas nunca ensinariam o conhecimento no estado “puro”, mas conteúdos de ensino que são resultado de uma interseção complexa entre uma lógica conceitual, exigências didáticas e um projeto de formação. Os autores também enfatizaram os impactos políticos e sociais sobre a transposição didática e consideraram as contribuições de diferentes práticas sociais, que, além de serem conhecimentos científicos de referência, constituem um importante determinante do processo de transposição.

Clément (2006) aprofundou o ponto de vista proposto por Martinand, dando uma nova interpretação à transposição didática, em que as práticas sociais são referências para o conhecimento escolar. Clément parte da ideia de influência mútua entre conhecimento científico, sistema de valores e prática social e considera em seu modelo as dimensões sociais e axiológicas que constituem a concepção que os sujeitos têm sobre determinados temas. O autor chamou seu modelo de **KVP** (*knowledge, values e practices*, em português: conhecimento, valores e práticas), o qual é representado ao lado.



O modelo KVP (adaptado de CLÉMENT, 2006).

O ponto de vista de Clément em seu modelo é que as concepções sejam analisadas como a interação de três aspectos: **conhecimento científico, sistema de valores e prática social**. Porém, as concepções não se reduzem à interação entre conhecimento, valores e práticas, pois outros aspectos são também importantes, como os emocionais e os socioculturais. O foco é analisar concepções no ambiente educacional, de modo a esclarecer aspectos da construção do conhecimento escolar.

O modelo KVP propõe, assim, que todo ser humano forma concepções determinadas não somente pelo conhecimento, mas por suas práticas sociais e seus valores. As concepções de cientistas, inclusive, resultam de interações entre conhecimentos e valores. De fato, isso é destacado pela visão hoje dominante na História, na Filosofia e na Sociologia das Ciências, de que valores sociais, éticos e cognitivos (relativos a produção e validação do conhecimento) influenciam as decisões tomadas e as práticas realizadas na investigação (ver, por exemplo, LACEY, 2008). Está claro, contudo, que não se trata de algo exclusivo do conhecimento científico: todos os conhecimentos humanos envolvem interações com sistemas de valores e práticas sociais.

O modelo KVP é coerente com a concepção ampliada de conhecimento científico e se estabelece a partir da análise de conceitos de cientistas, estudantes, professores e demais atores do sistema educacional, bem como de currículos e de livros didáticos, que são sistematicamente vistos como interações de conhecimentos, valores e práticas. Outrossim, conforme Clément, a maioria das práticas – sejam elas de cientistas e professores, dos estudantes, sejam elas de cidadania futuras e atuais de todos os atores do sistema educacional – são também o resultado da interação entre valores e conhecimentos. Uma sugestão interessante feita por Clément é que precisamos esclarecer a interação entre conhecimento, valores e prática relacionada às diferentes concepções dos estudantes, a fim de compreender melhor sua motivação para a aprendizagem e sua relação com o conhecimento (CLÉMENT, 2006).

No modelo de transposição didática de Chevallard, o processo de construção do conhecimento escolar abrange três fases, começando com o conhecimento acadêmico de referência, passando ao conhecimento a ser ensinado e, finalmente, transformando-se em conhecimento escolar. No modelo KVP, a análise da transposição didática é estendida a todos os atores, incluindo pesquisadores, autores de currículos e livros didáticos, docentes e estudantes; portanto, o processo não deve ser entendido como envolvendo apenas três etapas.

Enfim, normalmente não é a publicação científica original que norteia o currículo, as ementas e os programas das disciplinas; há outros níveis de transposição didática, como a produção de artigos de revisão, a divulgação de trabalhos, a produção de livros didáticos, a popularização da ciência, a exposição de museus. Além disso, a construção do saber escolar deve ser entendida sob a ótica das práticas e dos valores sociais envolvidos, que interagem com o saber na composição conceitual dos diferentes participantes das mudanças docentes. O modelo de Clément ajuda a aprofundar a compreensão da complexa dinâmica de construção do conhecimento escolar em todos os níveis, do currículo ao discurso do professor em sala de aula, assim como a apropriação desse discurso pelos estudantes.

TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Referências
 • publicações científicas
 • práticas sociais
 • valores dominantes

Diferentes níveis de popularização da ciência

Currículo e ementas

Livros didáticos e outras ferramentas

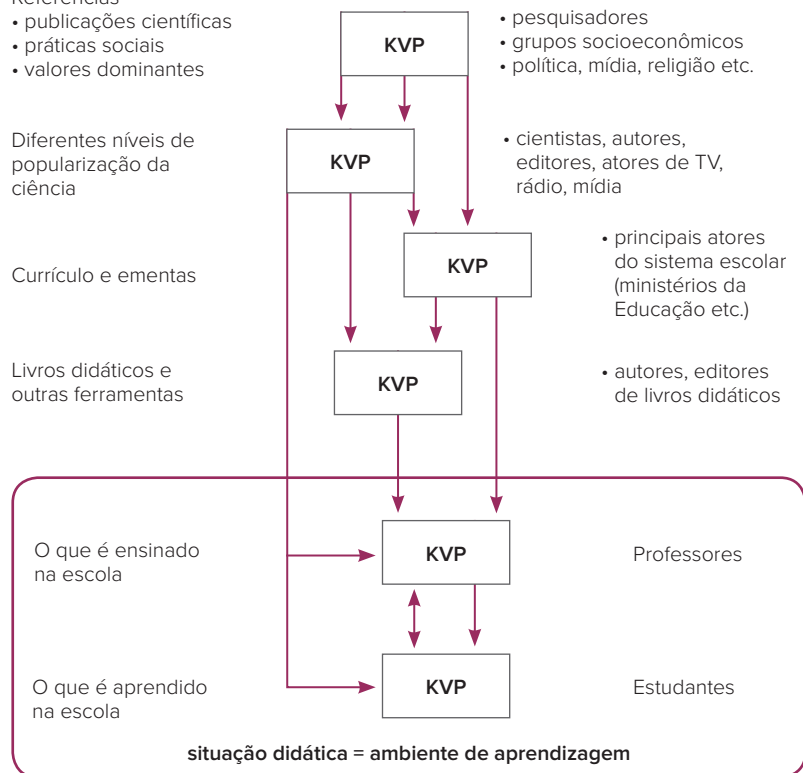
CONCEPÇÕES DOS ATORES

• pesquisadores
 • grupos socioeconômicos
 • política, mídia, religião etc.

• cientistas, autores, editores, atores de TV, rádio, mídia

• principais atores do sistema escolar (ministérios da Educação etc.)

• autores, editores de livros didáticos



A dinâmica complexa da construção do conhecimento escolar, vinculada às concepções dos principais atores da transposição didática, analisadas como interações de conhecimentos, valores e práticas, segundo o modelo KVP (CLÉMENT, 2006).

Tradição disciplinar, formação de professores e o livro didático

Pensando nas várias possibilidades do processo de didatização, os livros didáticos têm poucas diferenças entre si. A pouca “flexibilidade disciplinar” é resultado de uma tradição que, na Física, remonta ao século XIX, pois foi nesse período que a estrutura que estabelece o discurso científico começou a excluir os componentes periféricos e não essenciais à Física. Com o passar dos anos, ficou difícil vincular o corpo teórico da disciplina ao seu contexto original de produção, pois acentuou-se a exclusão das relações mais próximas ao cotidiano do estudante.

Quando utilizamos a transposição didática para analisar os conteúdos ensinados nas escolas, podemos notar um processo transformador, que evidencia uma mudança na construção dos conhecimentos pelos cientistas e na divulgação por meio de revistas e livros. Essas transformações ocorrem também ao desmontar a estrutura literária do conhecimento científico, reorganizando os objetos de ensino em uma escala que vai dos conhecimentos considerados mais simples aos mais complexos, constituindo um discurso dogmático.

Tais transformações indicam um processo de afastamento de outras áreas do conhecimento que já pode ser notado na comunicação da produção científica. O discurso de um livro didático apresenta um conhecimento sem vínculos com a realidade dos estudantes, configurando um modo de pensar disciplinar e descontextualizado, ainda que isso seja cada vez menos frequente. Produz-se um texto didático em que o discurso literário tem um fim em si mesmo, deslocando para os enunciados dos exercícios e das questões a tarefa de recomendar problemas que de alguma forma sejam semelhantes aos que os estudantes enfrentam no cotidiano. Os materiais didáticos que têm como objetivo instruir alguma atividade, como os exercícios ou as práticas desenvolvidas nos laboratórios didáticos, ficam retidos nas especificações da matriz disciplinar e deixam de mostrar as relações que podem ser feitas com o conteúdo abordado, fazendo com que o currículo adquira proeminência conteudista (MOREIRA; AXT, 1987).

De certa forma, a estruturação dos livros didáticos se baseia na organização curricular. Nessa lógica, a escolha por um livro didático frequentemente pode condicionar a constituição das disciplinas no lugar do currículo, delimitado pelo número de aulas e pela profundidade do conteúdo. O professor, ainda que faça uso de um discurso amplo e abrangente para contextualizar o conhecimento, utilizará os exercícios e as questões presentes no livro didático, e sua avaliação se valerá das referências disciplinares desse mesmo livro.

Os livros didáticos direcionados ao Ensino Médio reproduzem a ênfase disciplinar do Ensino Superior, fazendo com que a prática pedagógica dos professores reproduza as disciplinas presentes na sua formação. O desenvolvimento histórico demonstra que mesmo as práticas inovadoras que apareceram no ensino de Ciências tinham como característica a disciplinarização, apreciando, acima de tudo, o conteúdo. Como exemplos, é possível recorrer aos projetos internacionais de Ensino de Física, como o Physical Science Study Committee (PSSC), o Harvard e o Projeto Piloto da Unesco; ou, no caso do Brasil, o PBEF, o FAI e o PEF. O ensino de conteúdos sem atentar para os aspectos extradisciplinares é a característica marcante desses projetos.

Importância da análise da contextualização do ensino

Embora muitas pessoas não percebam as relações entre a composição de um currículo escolar, a realidade e o objetivo de formação pretendida, podemos afirmar que a constituição de um currículo e das práticas pedagógicas que ele prevê diz muito sobre a estrutura social em que ele se insere.

Um exemplo interessante se dá pela análise dos conteúdos de Ciências ensinado na Alemanha nazista. Lopes *et al.* (2020) investigaram o currículo alemão no período pré-Segunda Guerra Mundial e reconheceram que o ensino de Ciências no país foi transformado em um ensino voltado para a guerra, de forma que os conteúdos estavam contextualizados a partir de ideias antisemitas e de situações de guerra.

Nesse sentido, a reflexão que se propõe aqui é a necessidade de um olhar crítico sobre as contextualizações realizadas e que os materiais didáticos sejam analisados com essa mesma visão.

Projetos de ensino

<p>PSSC</p>	<p>O PSSC (Physical Science Study Committee, em português: Comitê de Estudos de Ciências Físicas) foi um projeto de ensino de Física proposto pelo MIT (Massachusetts Institute of Technology) em 1956. Surgiu em meio à Guerra Fria como um projeto estadunidense de incentivo à educação científica e tecnológica visando formar cidadãos interessados e capacitados para trabalhar com pesquisa em ciência e desenvolvimento tecnológico. No Brasil, as influências desse projeto começaram a surgir em 1962.</p>	
<p>Harvard</p>	<p>O Projeto Harvard foi um projeto de ensino de Física estadunidense desenvolvido na universidade de mesmo nome e que tinha como objetivo organizar um ensino de Física que fosse humanisticamente construído. Também foi traduzido e aplicado no Brasil.</p>	
<p>PEF</p>	<p>O PEF (Projeto de Ensino de Física) é um projeto brasileiro desenvolvido na década de 1970 por professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo junto a professores do ensino básico. Também era conveniado com o MEC e outras instituições: a Fename (Fundação Nacional do Material Escolar) e o Premen (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino). Seu foco eram atividades experimentais desenvolvidas em grupos, com base em uma metodologia de estudo dirigido sob a supervisão do professor.</p>	
<p>FAI</p>	<p>O FAI (Física Auto Instrutiva) é um projeto de ensino brasileiro produzido entre 1970 e 1976, em um contexto de sucessivas falhas de aplicações de projetos internacionais de ensino de Física, como o PSSC e o Harvard. Portanto, foi uma tentativa nacional de resposta aos problemas de implementação de projetos. Este projeto prevê um ensino behaviorista centrado no estudante, com mínima atuação dos professores na relação de aprendizagem.</p>	
<p>PBEF</p>	<p>O PBEF (Projeto Brasileiro de Ensino de Física) também foi um projeto de ensino de Física brasileiro lançado na década de 1970 em parceria com a FUNBEC (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências). Ele tinha forte presença de conteúdos de astronomia e trabalhava na perspectiva de experimentos com materiais de baixo custo.</p>	

PROFIS - Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Instituto de Física - USP

PROFIS - Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Instituto de Física - USP

PROFIS - Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Instituto de Física - USP

PROFIS - Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Instituto de Física - USP

PROFIS - Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Instituto de Física - USP

Fonte de informações: GASPAR, Alberto. Cinquenta anos de Ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, v. 15., 1997, Natal. *Anais* [...], Natal, 1997. p. 1-13. Disponível em: http://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/artigos/GASPAR_1997.pdf. Acesso em: 5 dez. 2020.

O caso do projeto Harvard pode ser analisado de forma mais profunda, pois, ao utilizar uma abordagem histórica para o ensino, ele recorre à interdisciplinaridade. De fato, o período histórico quando da elaboração do projeto era outro, pois a ciência era vista como um ponto fundamental para o desenvolvimento econômico e para a soberania nacional. A formação profissional da área científica, nesse contexto, aparentava ganhar prioridade na formação do cidadão; porém, essa perspectiva solidificava o viés disciplinar do ensino de Física, facilmente encontrada nos livros didáticos brasileiros atualmente.

Portanto, a tradição disciplinar, construída a partir de um processo histórico, institui-se nos currículos dos cursos de Ensino Superior, entre outras razões, pela sua aproximação (mesmo que virtual) com os grupos que produzem conhecimento. Sem dúvida, essa análise pode servir para grande parte dos cursos de formação de professores de Física, bem como para as licenciaturas em Ciências.

O destaque conferido aos conteúdos disciplinares na formação docente é questionável, sobretudo na perspectiva da utilização extraescolar do conhecimento. Contudo, esses cursos têm formado professores com uma consistente formação nos conteúdos, seguindo as diretrizes dos modelos pedagógicos mais disseminados. Ao fim dessa formação, os licenciados possuem boa formação acadêmica em Física, resultado de uma estrutura que privilegia conceitos, matemática, técnicas, padrões e práticas de laboratório. Essa proposta edifica um modo particular de pensar e resolver problemas que podemos considerar limitado. Dessa ideia resulta um sentimento de que os professores do Ensino Superior cumpriram o dever, fazendo com que esse sistema se perpetue.



monkeybusinessimages/Stockphoto.com

O conhecimento escolar se baseia no conhecimento científico, mas é readequado ao contexto do ensino e da aprendizagem.

Portanto, há um imperativo para problematizar as bases estruturantes do currículo das licenciaturas, sobretudo pelas demandas educacionais mais amplas do Ensino Médio, em que a formação dos estudantes exige exercício pleno da cidadania. Em geral, os currículos têm uma estrutura disciplinar, o que dificulta uma abordagem equilibrada com a matriz interdisciplinar e a formação de professores que atuem a partir dessa perspectiva. A formação de professores é pautada em conteúdos selecionados entre os exemplares específicos da área e em uma matriz disciplinar; por isso, é difícil trabalhar com projetos e metodologias interdisciplinares em qualquer nível do ensino. Essa tradição, embora não iniba, limita a atuação dos professores e dos cursos de licenciatura impedindo que vá além das fronteiras desenhadas pelas disciplinas.

Promover equilíbrio entre as diferentes matrizes disciplinares não significa uma revisão total da estrutura curricular, pois mudanças pontuais no planejamento que abracem uma perspectiva interdisciplinar podem, muitas vezes, abrandar a dimensão disciplinar na ação dos futuros professores. Para Fourez (1994), os estudantes da Educação Básica deveriam ter mais oportunidades de trabalhar com projetos interdisciplinares, o que poderia lhes dar autonomia na seleção e no uso dos conhecimentos em diferentes situações do cotidiano. Nesse sentido, os professores deveriam ser formados com a habilidade de implementar projetos ou atividades de caráter interdisciplinar. Evidentemente, isso exige que os currículos das licenciaturas tenham espaço para discutir e aplicar tais atividades.

Dadas as circunstâncias impregnadas no universo escolar, que possuem um caráter fortemente disciplinar, é irreal acreditar que práticas interdisciplinares façam parte do cotidiano dos professores de Física do Ensino Médio. Estes não se sentem aptos a atuar fora dos limites da área disciplinar. As dificuldades de ordem conceitual, metodológica, prática e didática inibem os licenciandos de transpor as fronteiras estáveis e seguras do conhecimento disciplinar, ainda que eles possam reconhecer que uma abordagem interdisciplinar poderia favorecer a prática em sala de aula quando trabalham com situações do cotidiano. Assim, uma prática em sala de aula que se baseie na interdisciplinaridade causa desconforto aos professores de Física devido à carência de sustentação na prática e na teoria pedagógica. Por isso, metodologias de ensino interdisciplinar aparecem pouco e são menos desenvolvidas no ambiente escolar.

Nós, professores

Reúna-se com os colegas professores de Física e/ou das outras disciplinas da área de Ciências da Natureza para conversar sobre a relação entre o conhecimento da Física como campo de produção do conhecimento e o conhecimento escolar da disciplina. Vocês podem usar as questões abaixo para nortear a discussão.

1. Que diferenças vocês identificam entre o conhecimento escolar de Física e o conhecimento científico na área?
2. Quais semelhanças identificam entre esses conhecimentos?
3. Diante dessas respostas, faz sentido pensar no conhecimento escolar de Física como independente do contexto escolar? Tomem notas dos pontos-chave da conversa, porque será necessário retornar ao que foi discutido.

Para saber mais

ASTOLFI, J-P.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. Campinas: Papyrus, 1995.

A obra apresenta uma nova visão das situações de ensino e aprendizagem na área de Ciências. São abordados diversos aspectos da didática das Ciências segundo a tradição francesa, incluindo a transposição didática, o contrato didático e os objetivos-obstáculos, entre outros.

Do conhecimento disciplinar às práticas interdisciplinares

Ciência ou Ciências

Estamos todos conectados.
Uns aos outros, biologicamente.
À Terra, quimicamente.
E ao resto do Universo, atomicamente.
Isso me faz sorrir.

Eu me sinto até grande quando penso nisso.
Não é que sejamos melhores do que o Universo.
Somos parte do Universo.
Nós estamos no Universo e ele está em nós.

Neil deGrasse Tyson



Fotografia de região da Via Láctea e sua imagem refletida no Salar de Uyuni, na Bolívia, o mais alto deserto de sal da Terra, localizado 3600 metros acima do nível do mar, capturada pelo fotógrafo Jheison Huerta. Imagem eleita pela agência espacial estadunidense National Aeronautics and Space Administration (Nasa) como a fotografia astronômica do dia, em 22 de outubro de 2019.

O todo e as partes! Eis a questão que sempre intrigou a humanidade. O ser humano, desde a Antiguidade, se fascina com os mistérios do Universo. A Terra pode ser dividida em torrões e depois em grãos, a água pode ser dividida em jarros, em copos e depois em gotas. Dividir e estudar as partes parece uma boa estratégia para entender o todo. Mas o mar pode ser entendido por meio das gotas que respingam no marinheiro? Ou ainda, conhecendo-se bem uma pessoa, de qualquer nacionalidade, pode-se ter sucesso em imaginar a nação de onde ela vem? O céu pode ser pensado sem divisão, como quando pensamos na Via Láctea como um rio de leite. Porém, outros pensadores preferiram separar o céu em suas partes. Para Aristóteles e Ptolomeu, por exemplo, no céu haveria estrelas e planetas (estrelas errantes).

Essa tensão entre o todo e as partes sempre existiu ao longo da história do pensamento humano, cada cultura tendo feito sua opção. Na tradição ocidental, o que prevaleceu foi o estudo das partes. As Ciências se especializaram em dividir o todo em partes para melhor investigá-lo. Esse processo foi claramente definido por René Descartes, em meados do século XVIII. Sua filosofia visava à busca por um conhecimento seguro, e a divisão em partes lhe pareceu a estratégia que evitaria os erros e descaminhos que seus antecessores, fossem os escolásticos medievais, fossem os pensadores da Antiguidade Clássica, haviam cometido.

Contudo, conhecer profundamente uma gota de água não garante que conheçamos todo o mar. Talvez tenhamos como estimar a massa e o volume de todos os oceanos e saber como ele se comporta no verão e no inverno, mas não temos como saber, por exemplo, como ele pode abrigar tanta diversidade de vida. Do mesmo modo, conhecer bem as estrelas e os planetas não permite entender como o espaço e o tempo se modificam perto de um buraco negro. Na mesma linha, por melhor que conheçamos uma pessoa, nunca poderemos entender completamente como se comporta toda sua nação. Assim, é fundamental que o conhecimento das partes possa ser integrado por outro tipo de conhecimento que mostre como elas se encaixam.

A tensão entre partes e todo compõe o jogo do conhecimento. Não adianta tentar se especializar apenas em um lado dele. É a dialética do conhecer que exige o domínio das partes e do todo formado por elas. O século XXI parece ser o momento em que somos chamados a melhorar nosso conhecimento sobre como as partes se integram para melhor entender o todo que nos cerca. Seja a natureza, sejam os seres vivos, seja a sociedade.

Algumas perguntas que devemos nos fazer para repensar a maneira como ensinamos e aprendemos, em especial sobre a escolha dos conteúdos escolares que são a base de nossa atividade didática:

- Qual é a relação entre o conhecimento disciplinar (parte) e a interdisciplinaridade (todo)?
- A interdisciplinaridade é uma construção da sociedade atual?
- Os currículos brasileiros organizados por disciplinas foram estruturados de forma consciente por educadores e professores?



Jheison Huerta

A especialização do conhecimento

Pode parecer óbvio, mas a sociedade moderna tal qual conhecemos é fruto, desde pelo menos o final do século XVII, do uso sistematizado do conhecimento especializado. Seguindo a **tradição cartesiana**, o todo estudado em suas partes gerou ganhos tanto em termos de precisão como de coerência e ofereceu um caminho claro em direção à segurança epistemológica.

Nesse processo de crescente especialização, foram criadas comunidades de especialistas capazes de estabelecer parâmetros estáveis para a validação do conhecimento e a regulação na atuação de seus membros. Essas comunidades passaram a englobar as bases seguras de produção do conhecimento, caracterizadas pelo físico estadunidense Thomas Kuhn (1922-1996) como áreas de conhecimento paradigmáticas.

De maneira geral, podemos dizer que grande parte do conhecimento produzido a partir da Modernidade se organiza em disciplinas bem definidas, que abrangem conhecimentos estáveis. A Matemática, a Física, a Geografia, a Química, a Filosofia, a Biologia são formas de conhecimento disciplinar sistematizado por grupos de especialistas que partilham linguagem, enfoque, objetos e métodos de pesquisa.

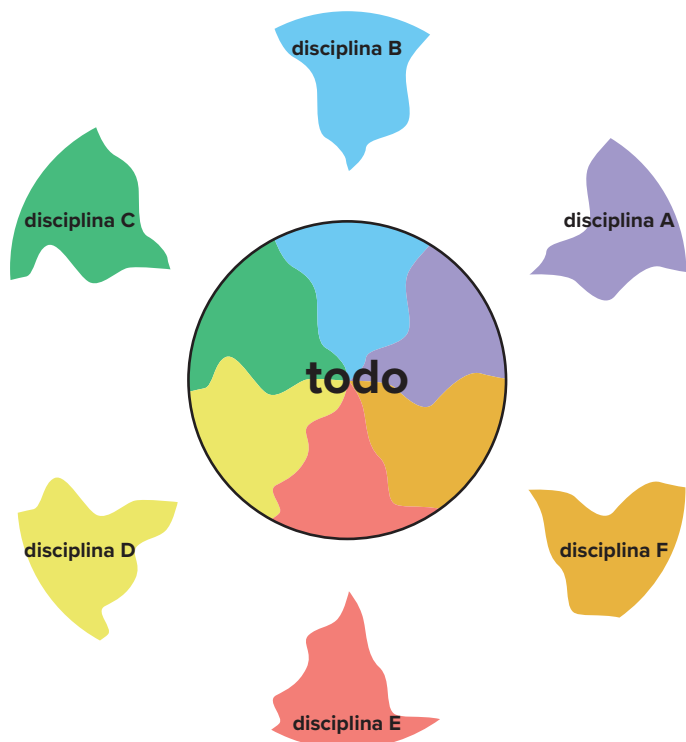
O currículo escolar também se organizou por meio de disciplinas, que guardam uma forte relação com comunidades de conhecimento disciplinar. De modo genérico, comungam dos mesmos valores, dos mesmos conteúdos e dos mesmos métodos das áreas de referência, além de serem demasiadamente estáveis quando comparadas às outras disciplinas escolares. Conteúdos, estratégias de ensino, avaliações e outros elementos das disciplinas científicas escolares modificam-se pouco e tendem a se manter ao longo dos anos.

GLOSSÁRIO

Tradição cartesiana: derivada do racionalismo, teoria filosófica inspirada no matemático e filósofo francês René Descartes (1596-1650), que dá prioridade à razão como fonte de conhecimento e não à experiência ou à percepção dos sentidos.



O conhecimento pode ser organizado de diversas formas. Tradicionalmente estamos mais acostumados a lidar com conhecimentos disciplinares e especializados.



Esquema de disciplinarização do saber para a compreensão do todo indicando a visão cartesiana.

É interessante notar que a estruturação eminentemente disciplinar dos currículos escolares advém em parte da natureza disciplinar do conhecimento. Em outras palavras, as disciplinas escolares mimetizam a estrutura disciplinar do conhecimento que elas tomam por referência de sua natureza epistemológica.

No entanto, alguns autores deixam claro que as disciplinas escolares não podem ser reduzidas ao domínio do conhecimento de referência. Nesse sentido, eles advogam que existe uma construção didático-pedagógica tanto na elaboração disciplinar dos currículos como do próprio conteúdo das disciplinas escolares.

Uma das características mais marcantes do ensino disciplinar é que seu principal objetivo é oferecer ao estudante a visão de mundo por meio do conhecimento em questão. Numa aula de Física, por exemplo, os estudantes têm acesso a diversos aspectos da disciplina, como os instrumentos conceituais, a linguagem, as técnicas, entre outros, bem como se promove as relações entre elas. Isso se configura como um verdadeiro processo de “iniciação” a tudo aquilo que define o mundo disciplinar da Física. O mesmo poderia ser dito de uma aula de Química, de Biologia ou de Filosofia.

O objetivo do ensino disciplinar acaba por ser um processo de levar os estudantes a adentrar o mundo de conhecimento da disciplina, implicando um distanciamento do mundo vivencial e cotidiano. A porta de uma casa se transforma num retângulo cuja área pode ser calculada pela multiplicação de sua altura pela largura. Um cachorro se transforma em um mamífero, e a luz do Sol, em raios de luz. Nisso reside o poder e a fragilidade do ensino disciplinar. O preço da precisão e da consistência oferecidas pelo pensamento disciplinar é um certo distanciamento do mundo cotidiano imediato. Troca-se um mundo de coisas reais por um mundo de objetos idealizados, regidos por regras claras e precisas.

Nós, comunidade escolar

Você já pensou por que algumas disciplinas escolares são consideradas fundamentais e aparecem em currículos de todos os países, estados e cidades? Como é definido o que organiza os currículos? Quão diferente do atual era o currículo com o qual você foi educado?

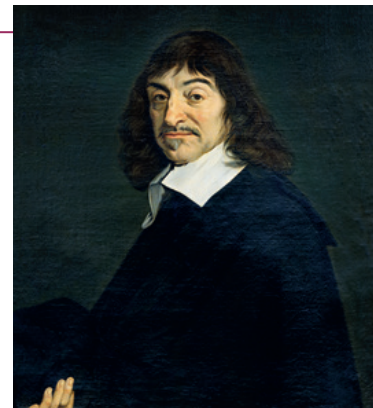
Ampliando

Recomenda-se *A estrutura das revoluções científicas* (1997), de Thomas Kuhn, livro que revolucionou o entendimento do conhecimento científico e do conhecimento geral, propondo uma visão que foi adotada por muitos e marcou a filosofia da ciência do século XX. Há também um artigo que discute a relevância e a aplicação do livro, disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n3/1983-2117-epec-14-03-00351.pdf> (acesso em: 23 nov. 2020).

Vozes

René Descartes (1596-1650) é considerado um dos fundadores do pensamento moderno. Entre suas maiores contribuições ao conhecimento está o livro *Discurso sobre o método* (1637). Nele, o filósofo elaborou reflexões que o levaram à célebre afirmação “Penso, logo existo”. Descartes conferiu à Matemática o lugar de um grande instrumento para a compreensão dos fenômenos da realidade. Em sua perspectiva racionalista, ele afirmava que o verdadeiro conhecimento das coisas externas deveria ser alcançado pelo trabalho racional da mente pensante.

René Descartes.



Museu do Louvre, Paris

A base epistemológica dos currículos

O debate atual que mobiliza governos de diferentes países é determinar o que deve ser ensinado nas escolas para que os estudantes possam viver nessa sociedade do conhecimento e da informação. A crença de que existe um vínculo entre educação de qualidade e desenvolvimento socioeconômico fez com que diferentes governos investissem fortemente na melhoria da educação, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior. Nesse movimento, reformas curriculares como a que tivemos no Brasil, primeiro com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997) e agora com a BNCC (BRASIL, 2018), ocorreram também em vários outros países nas mais variadas regiões do mundo.

O currículo foi alvo de constantes debates nos últimos anos, especialmente sobre as bases e os fundamentos epistemológicos na organização da estrutura curricular. Os objetivos traçados para serem trabalhados nos currículos são orientados e influenciados pelos modos de vida contemporâneos em uma sociedade em constante transformação tecnológica e cultural. De modo geral, o que os países desejam é que seus futuros cidadãos possam se sentir aptos para enfrentar as diferentes problemáticas atuais e futuras, sejam eles empresários, sejam funcionários.

Portanto, a primeira definição que precisa ser pensada é quais são os principais tipos de conhecimento que precisam ser ensinados nas escolas e de que modo esses saberes capacitariam os estudantes. Essa discussão tem inclusive algumas contradições. Por exemplo, algumas reformas curriculares focam habilidades e competências que são consideradas mais constantes, visto que os conhecimentos podem sofrer alterações ao longo do tempo. Young (2010) entende que essa perspectiva ignora o papel que o conhecimento possui na sociedade contemporânea, fazendo com que este se torne fundamental na organização da estrutura curricular.

Sem dúvida, a ideia de estruturar um currículo a partir dos conhecimentos também é recheada de contestações, pois precisamos atentar para a natureza e os fundamentos epistemológicos desse conhecimento, deixando claro quais são os benefícios ao adotar essa visão e, com isso, determinar as melhores opções.

O debate sobre o que os estudantes vão aprender e como estruturar um currículo voltou à tona no Brasil, já que em 2018 foi publicada em definitivo a BNCC direcionada ao Ensino Médio (EM) – que corresponde aos últimos três anos da Educação Básica.

A Base foi aprovada pelo Conselho Nacional de Educação em 2018 e está estruturada em cinco grandes áreas de conhecimento. As chamadas **áreas do conhecimento** substituem as tradicionais disciplinas escolares, que compuseram, desde a Reforma Francisco Campos (1931), a base dos currículos brasileiros.

Com isso, a BNCC visa trabalhar com um corpo de conhecimentos interligados, tentando superar as críticas relativas às disciplinas escolares dos currículos precedentes. De acordo com o documento, a principal problemática do perfil disciplinar é a ausência de sentido nos conhecimentos que são

Quais são os principais tipos de conhecimento que precisam ser ensinados nas escolas e de que modo esses saberes capacitariam os estudantes a viver em sociedade?

trabalhados. Os argumentos favoráveis a essa nova estrutura curricular são uma educação que priorize a autonomia dos estudantes e a responsabilidade de viver em sociedade.

Na apresentação da BNCC (BRASIL, 2018, p. 15) é possível verificar essas críticas:

[...]

Assim, a BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida.

[...]

É possível fazer uma discussão geral sobre a Educação Básica e o perfil epistemológico do currículo por meio dessas polêmicas envolvendo tanto a recente divulgação da BNCC quanto as reformas curriculares empreendidas no país.

A discussão sobre os conhecimentos que devem estruturar a educação escolar destaca a **matriz interdisciplinar**, defendendo um conhecimento mais integrado aos anseios dos estudantes e da sociedade, em oposição à **matriz disciplinar**. Alguns pesquisadores se posicionam ao lado dos redatores da BNCC e defendem que um currículo baseado na interdisciplinaridade pode ampliar o interesse e amenizar a falta de sentido que os estudantes enxergam naquilo que aprendem na escola (FOUREZ, 2003). Pombo (2004), assume uma postura crítica em relação ao ensino disciplinar, defendendo a matriz interdisciplinar como foco principal para a educação. Contudo, ela também pontua que esse viés apresenta obstáculos, sobretudo porque existe uma dificuldade em definir o que é a interdisciplinaridade.

As discussões acerca das reformas curriculares deveriam observar, em primeiro lugar, as questões de ordem epistemológica que estruturaram as matrizes de conhecimento. Isso favoreceria uma visão que privilegia o que é essencial a ser ensinado. Nesse sentido, entendemos que não podemos continuar analisando as matrizes disciplinar e interdisciplinar somente a partir de um debate de natureza didática e pedagógica. Corremos o risco de uma maior submissão social à tecnocracia ao privilegiar somente as necessidades e os anseios dos estudantes nas reformas curriculares.

Por essas razões, escolhemos abordar o debate entre as matrizes disciplinar e/ou interdisciplinar de uma perspectiva epistemológica, sem deixar de lado a relevância política e social das reformas curriculares. Dessa forma, é possível construir uma análise ampla que atente tanto para as especialidades quanto para o modo que os conhecimentos podem ser conectados. Para nós, o conhecimento que serve de base ao currículo deve ser entendido em um duplo movimento: inicialmente na formação das disciplinas, que resultaram de um movimento histórico de repúdio ao autoritarismo do saber, como aquele vindo da religião; em seguida, na interdisciplinaridade como uma necessidade de realização da sociedade industrial, que teve na conexão da ciência e da tecnologia seu principal trunfo. Entre essas duas perspectivas proporemos uma base para o currículo que se apoie em ambas.



Uma matriz interdisciplinar propõe conhecimentos mais integrados à realidade e, portanto, mais interessantes aos estudantes.

O conhecimento disciplinar na raiz do enciclopedismo

Na história do pensamento humano, em especial no Ocidente, constatamos que existem vários modelos de conhecimento que se aproximam do que hoje entendemos como conhecimento disciplinar. A interdisciplinaridade pode ser pensada pela relação intrínseca com o conhecimento: “conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou” (SANTOS, 1988, p. 50).

A disciplinarização, concretizada no século XIX, é reconhecida como um episódio marcante da história intelectual do Ocidente, a partir do momento em que algumas instituições se tornam permanentes. Como exemplo desse processo de disciplinarização do conhecimento, podemos citar as Ciências Naturais e a Matemática.

Como vimos, a disciplinarização, do ponto de vista da Filosofia, está relacionada à visão cartesiana de desenvolver um pensamento estável e seguro. Ela costuma estar vinculada aos princípios propostos pelo filósofo francês René Descartes, como encontrar o verdadeiro ponto de partida, reduzir o tamanho do campo de pesquisa, realizar análises precisas e usar a racionalidade sem influências.

De modo mais próximo ao significado atual e menos caracterizado pela perspectiva cartesiana, os conhecimentos disciplinares podem ser compreendidos como aqueles que são válidos no interior de um campo/domínio claramente definido, e seus limites podem definir a competência e a validade dos saberes, em que um conjunto definido de conceitos, princípios e modos de operação permite prospectar o mundo natural, social, cultural e econômico. Nesse campo, abre-se a possibilidade de gerar novos conhecimentos com base nos conhecimentos já existentes.

A publicação da *Encyclopédie*, coordenada pelos filósofos franceses Denis Diderot (1713-1784) e Jean le Rond d'Alembert (1717-1783) na França entre 1751 e 1772, é o momento em que é possível estabelecer um ponto de partida do processo de disciplinarização. Portanto, o início desse processo remonta a um contexto de renovação do conhecimento, que até então estava fortemente influenciado pela hegemonia **escolástica**. O conhecimento de matriz escolástica começa a ser, no século XVIII, profundamente questionado em sua estrutura de autoridade. A divulgação da *Encyclopédie* consolida uma revolução do conhecimento, conforme os termos apresentados por Thomas Kuhn. Essa ideia de estruturar o conhecimento em fatos e raciocínio está no âmago do projeto iluminista do século XVIII.

Conforme Darnton, o “[...] enciclopedismo identifica sua filosofia com o conhecimento ele mesmo. Isto é, com o conhecimento válido, o tipo derivado dos sentidos e das faculdades de mente como oposto ao tipo dispensado pela igreja e pelo Estado” (DARNTON, 1979, p. 7).

A *Encyclopédie* é uma obra fundamental, pois se propõe a organizar as diferentes facetas do conhecimento em um texto único, padronizado e classificado em categorias.

GLOSSÁRIO

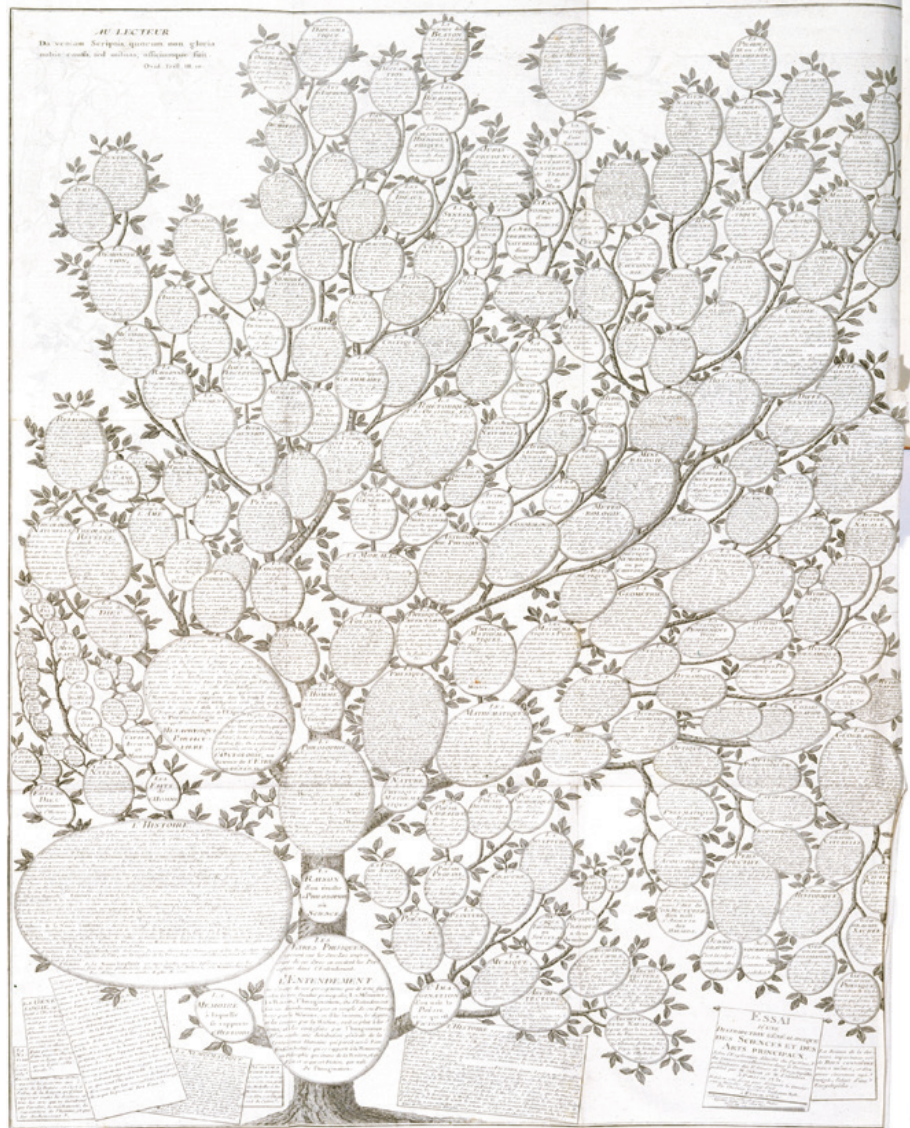
Escolástica: ideologia cristã que teve início na Idade Média e visava associar os pensamentos dos filósofos gregos Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) e Platão (428 a.C.-347 a.C.) às ideias da fé cristã.

A ordem e a cadeia do conhecimento são representadas na imagem da árvore do conhecimento, com seu tronco e galhos. As Artes e as Ciências se ramificam a partir de três habilidades mentais: razão, memória e imaginação. A Filosofia constitui o tronco principal, e os galhos são os diferentes compartimentos do conhecimento, provenientes de três grandes áreas do saber humano: as ciências, as artes liberais e as artes mecânicas.

Conforme mencionado anteriormente, ao procurar o conhecimento conduzido pela razão, os enciclopedistas se opõem tanto ao dogma da fé quanto ao saber vulgar, representado pelo senso comum. Desse modo, a enciclopédia representa os campos da Ciência e das Artes distanciados do mundo do senso comum, que proporciona descobertas a cada dia, apesar do risco de serem fantasiosas. Para os enciclopedistas, o importante é, de acordo com d'Alembert (1751), p. 114:

“[...] assegurar as verdades, [...] prevenir as falsidades, [...] fixar os pontos de onde partiu-se e [...] facilitar assim a pesquisa do que resta a descobrir.”

A classificação do conhecimento envolve a definição dos limites e a coerência interna dos verbetes que demarcam os conteúdos de cada área particular. Embora não se possa encontrar uma alusão explícita à ideia de conhecimento disciplinar, a forma como a *Encyclopédie* é organizada, apresentada e diferenciada de suas predecessoras aponta essa direção. Em suma, nos termos dos enciclopedistas, o conhecimento disciplinar poderia ser compreendido como conhecimento empírico disciplinado internamente e ordenado externamente pela razão. Essa noção de conhecimento é consistente com as intenções dos enciclopedistas incorporadas no primeiro rascunho de Diderot e d'Alembert e nos 35 volumes que compõem a obra.



Representação da divisão das áreas de conhecimento conforme a *Encyclopédie*.

A interdisciplinaridade nos dias atuais

Até este ponto do texto podemos deduzir que a base do currículo escolar é fundamentada no conhecimento disciplinar desenvolvido pelo trabalho humano na busca de uma linha de pensamento seguro. Logo, as disciplinas escolares seriam o resultado de escolhas e ideias consolidadas em cima de um pensamento sobre o mundo que nos cerca.

Com o passar dos tempos, especialmente a partir do século XX, surgiram novos campos de conhecimento que precisam ser considerados nesse debate, como a biofísica e a bioquímica. Ainda mais recente, os campos da robótica, das ciências ambientais e da inteligência artificial causaram um impacto significativo na estrutura das sociedades modernas.

A informática é, possivelmente, a área que causou as maiores mudanças no modo de vida da nossa sociedade, pois ela teve um papel crucial nas conquistas espaciais e mudou o modo como nos comunicamos. Por isso, a informática é representante dessa nova matriz de conhecimento, pois ela utiliza conhecimentos especializados, como os microprocessadores e a programação lógica, mas não pode ser reduzida a nenhum deles. Ou seja, a informática é uma forma de executar tarefas que agrega diferentes áreas do conhecimento disciplinar.

Nesse sentido é que surgiram outros termos para diferenciar essa nova matriz de conhecimento, como **multidisciplinar**, **pluridisciplinar**, **interdisciplinar**, **transdisciplinar**. Assim, essas formas de conhecimento integrado que vieram se desenvolvendo desde o século XVII mostram-se igualmente importantes e são um contraponto à crescente especialização do conhecimento. Esse tipo de conhecimento se fortalece no século XX e passa a ser a base do desenvolvimento econômico e social. A questão é saber o que prevalecerá: se a especialização ou a integração do conhecimento.

Modelo de Jantsch

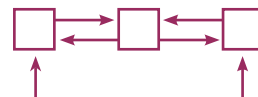
Multidisciplinaridade

Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos; nenhuma cooperação.



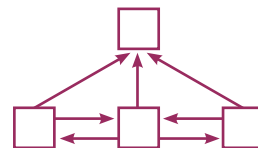
Pluridisciplinaridade

Sistema de um só nível e de objetivos múltiplos; cooperação, mas sem coordenação.



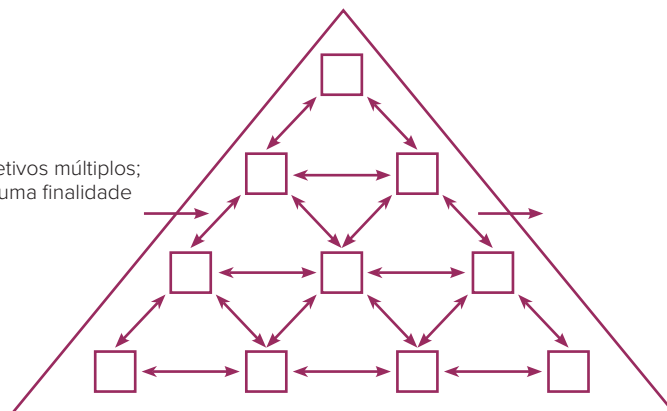
Interdisciplinaridade

Sistema de dois níveis e de objetivos múltiplos; cooperação procedendo de nível superior.



Transdisciplinaridade

Sistema de níveis e de objetivos múltiplos; coordenação com vistas a uma finalidade comum dos sistemas.



Modelo de Jantsch (adaptado de SILVA, 1999) para expor as diferenças entre esses termos.

DAE

Esse modo de argumentar é a base dos trabalhos de alguns autores que buscam estudar as novas formas de conhecimento. Entre os mais atuantes podemos nomear Edgar Morin (1921-), que afirma que a fronteira atual do conhecimento está na combinação de conhecimentos de áreas diferentes. Morin (2002) foi uma das vozes filosóficas mais fortes ao chamar a atenção para o esgotamento do conhecimento disciplinar e defender uma nova matriz de conhecimento. Para ele, a perspectiva disciplinar muitas vezes produz conhecimentos que se encerram em seus próprios domínios, e isso demanda a procura de conexões interdisciplinares entre eles.

Ao primeiro olhar, a interdisciplinaridade se mostra uma noção importante, pois parece dar conta de campos integrados de conhecimento. O problema é quando se tenta definir o que seria interdisciplinaridade. Julie Thompson Klein (1990) entende que o sentido de interdisciplinar remonta a pensamentos presentes desde a Antiguidade, como o da síntese do conhecimento e de uma ciência que unificaria os diferentes saberes.

José Andrés-Gallego (2015) estudou produções que foram realizadas no século XX e que tinham por característica combinar diferentes áreas disciplinares. O autor encontra estas mesmas características nas construções romanas, que eram reconhecidas pelo seu avanço tecnológico e que podem ser descritas como um trabalho que envolve a logística e a análise do que atualmente entendemos como as ciências dos materiais. Outro exemplo é o sistema de justiça universal, concebido por Leibniz, que integrou diferentes conhecimentos, como a filosofia jurídica, a gestão econômica e a linguística. Essas delimitações caracterizam a interdisciplinaridade como uma convenção de diferentes áreas disciplinares, isto é, a **interdisciplinaridade pode ser determinada a partir da disciplinaridade**.

Nesta obra, entendemos a interdisciplinaridade como um conhecimento de segunda ordem, pois se difere dos conhecimentos disciplinares envolvidos, já que é uma proposta de cooperação entre áreas estabelecidas, produzindo algo novo. Nesse sentido, a interdisciplinaridade pressupõe a disciplinaridade.



Vista aérea de construções romanas como o Fórum e o Coliseu. Roma (Itália), 2019.

Eu, professor

Interdisciplinaridade

Considerando a cultura ocidental, há muito tempo existem formas de conhecimento integrado. Por que então somente no século XX essa ideia se manifestou? Parece aceitável admitir que esse termo foi construído em um período pós-disciplinar.

E você, já propôs alguma prática interdisciplinar em suas aulas? Quais foram os resultados e as principais dificuldades encontradas? Que conselhos você daria a um professor em formação?

Se assumirmos essa definição, de um conhecimento de segunda ordem, a interdisciplinaridade vai se caracterizar conforme a situação enfrentada, bem como conforme as características intrínsecas das áreas que estão reunidas. Possivelmente, essa definição possa esclarecer a ausência de uma definição mais segura da interdisciplinaridade.

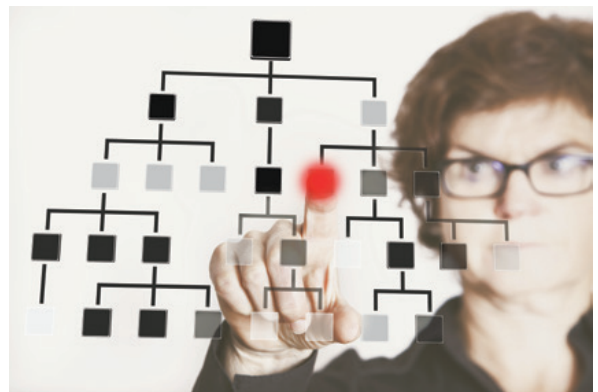
Vamos utilizar como exemplo a construção de um robô. Como poderíamos definir o tipo de conhecimento que envolve essa tarefa? Não é possível reduzir somente a um tipo, mas a uma junção de saberes, como computação, mecânica e eletrônica, que se conjugam para a criação de um robô. Nesse mesmo sentido, a organização do Mercado Comum do Sul (Mercosul) teve que congrega diferentes conhecimentos, como político, jurídico, social e econômico.

Assim, a interdisciplinaridade deve ser considerada uma continuação natural e necessária da busca por um conhecimento seguro. Seguindo a tradição cartesiana, o principal desafio do pensamento humano foi buscar esta segurança por meio da disciplinaridade. Posteriormente, houve a cooperação entre disciplinas na busca de soluções para problemas mais próximos da realidade. A expansão da segurança do pensamento humano está ocorrendo com o surgimento de conceitos que ultrapassam os limites das disciplinas, como os exemplos tratados nesta unidade, e desenvolve a cooperação entre conhecimentos disciplinares. As disciplinas são, assim, indispensáveis como matriz de conhecimento para os anseios sociais, mas não suficientes. A prática educacional pelo viés da interdisciplinaridade contribuiu para a reunião dos conhecimentos especializados.



MONOPOLY919/Shutterstock.com

Representação de uso de inteligência artificial para detectar anomalias no cérebro com a realização de análise de conjuntos de dados grandes e complexos.



Edler von Rabenstein/Shutterstock.com

Mulher simulando digitação em mapa estrutural.

Vozes

O antropólogo, sociólogo e filósofo **Edgar Morin** (1921-) é um dos cientistas que apontam para o enfraquecimento do conhecimento disciplinar. Para ele, a compartimentação ou a fragmentação dos saberes nos impede de compreender a complexidade da totalidade. Assim, as disciplinas estão em desacordo com a realidade, que é global.



Lucas Seixas/Folhapress

Edgar Morin.

Ampliando

O *podcast* "Universidades precisam formar educadores que sejam interdisciplinares" (disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/universidades-precisam-formar-educadores-que-sejam-interdisciplinares>) traz uma entrevista com Naomar de Almeida Filho, titular da Cátedra de Educação Básica do Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP), sobre o modelo de formação disciplinar das universidades.

O conhecimento disciplinar e o conhecimento por projetos

Até este momento do texto deve ter ficado claro que:

- os currículos estão baseados em conhecimentos produzidos no interior de disciplinas com limites bem definidos;
- existem novas áreas de conhecimento ditos interdisciplinares que parecem refletir uma nova tendência de produção de conhecimento.

Vamos a seguir deixar mais claro como é conhecer na perspectiva disciplinar e na perspectiva interdisciplinar. Para isso, tomaremos a Física como conhecimento disciplinar.

Considere a ideia de fio ideal, sempre presente nos livros didáticos em capítulos de mecânica elementar. Embora eles sejam objetos idealizados, pois são inextensíveis e sem massa, ainda guardam relações muito próximas com os fios e cabos presentes no mundo cotidiano.

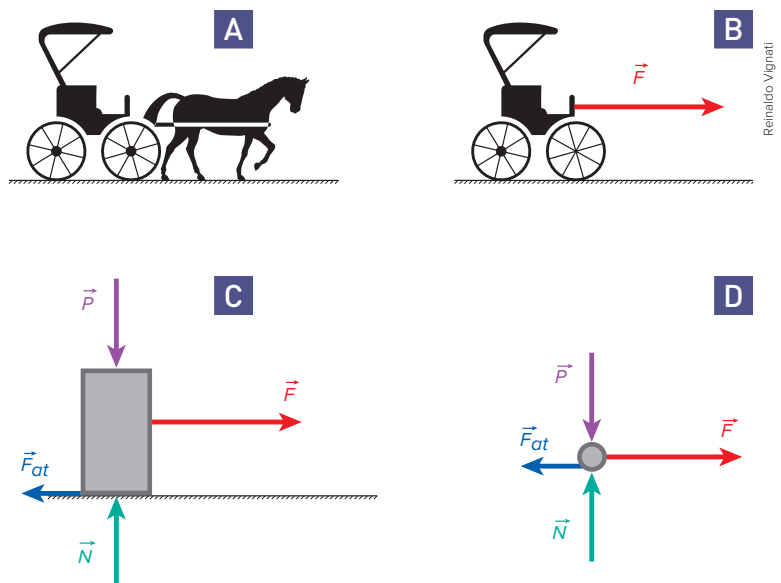
O caso apresentado na ilustração ao lado representa um processo típico de idealização feito por professores para o ensino da mecânica clássica.

Se considerarmos uma situação em que uma carroça é puxada por um cavalo **A**, existe uma lista imensa de elementos da realidade cotidiana que podem ser vistos. Alguns deles são: a resistência do ar, o balançar das molas que fazem a suspensão da carroça, a lama no chão que atrapalha o andar do cavalo, as condições físicas e alimentícias do próprio animal, a possibilidade de tombamento da carroça, entre muitos outros.

O isolamento da carroça, retratado em **B**, é um processo natural que fazemos no ensino da Física: o cavalo é ignorado. Mesmo assim, ainda estão presentes a resistência do ar, o movimento oscilatório das molas da suspensão da carroça e as condições de tombamento.

Simplifica-se então a carroça como um corpo genérico, indicado em **C**. Nessa representação, o tombamento é um elemento detectável e indesejado para avaliar apenas as leis de Newton em seu aspecto translacional.

A situação é reduzida a um ponto material, eliminando-se formato e dimensões do corpo **D**, de modo que apenas o diagrama de forças seja analisado. Mesmo mantendo uma série de ressalvas, há alguma conexão entre o esquema idealizado em **D** e a situação real em **A**. Porém, isso não acontece em todos os objetos do conhecimento da Física.



Processo sequencial de redução idealizadora de uma situação real até que se enquadre em um único quadro teórico.

Vamos agora pensar no efeito fotoelétrico. Um fóton, além de ter massa de repouso nula, possui natureza dual (se comporta ao mesmo tempo como onda e partícula). Nesse caso, não há uma situação objetiva que possamos detectar, como a carroça da ilustração na página anterior, e que pudéssemos reduzir a uma representação idealizada. Como poderíamos associar a ideia de fóton aos objetos conhecidos no cotidiano? Como poderíamos representar um fóton, visto que nada que conhecemos no mundo cotidiano pode se assemelhar a ele?

O fóton é uma entidade do mundo disciplinar. Sem os termos da física de partículas e da física quântica, ele não existe. Boa parte da Física escolar se propõe a ensinar aos estudantes entidades e relações entre elas dentro desse mundo idealizado da Física.

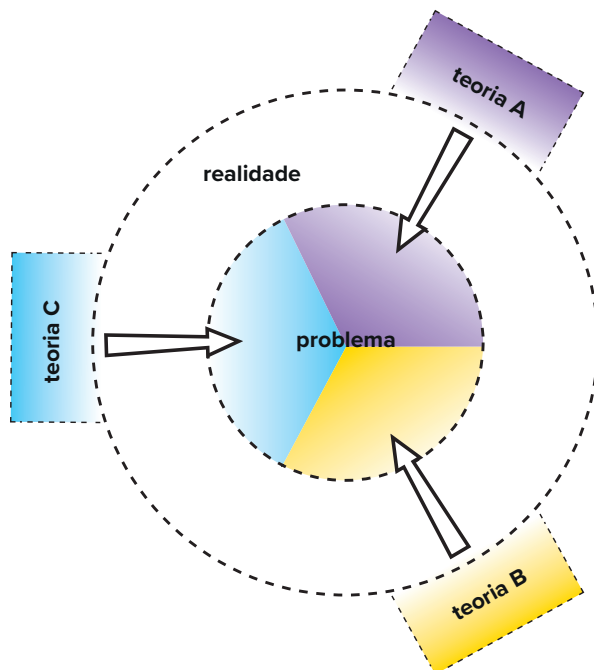
Entretanto, existe outra forma de conhecimento além daquela produzida pelas ciências disciplinares como a Física. No lugar de transformar os objetos do mundo, de forma a integrá-los às teorias (idealização), é possível proceder de forma inversa, ou seja, manter o mundo com toda sua complexidade e submeter os conhecimentos disponíveis aos nossos projetos a ele.

As idealizações construídas no interior da Física captam uma porção limitada do cotidiano social para favorecer uma representação distante da realidade. Já na abordagem interdisciplinar, esse modo de pensar se inverte, pois se restringe o potencial dos conhecimentos teóricos a favor de uma representação mais coerente com o mundo cotidiano.

Como representar um fóton, se nada que conhecemos no mundo cotidiano se assemelha a ele? O fóton é uma entidade do mundo disciplinar; não existiria sem os termos da física das partículas e da quântica.



Processo de idealização de uma situação real, de modo a encaixá-la em um quadro teórico.



Utilização de problemas verdadeiros, ancorados à realidade, nos quais as diferentes teorizações mais ancoradas à realidade, mesmo que menos sofisticadas, são produzidas ou ativadas para construção de uma proposta de solução.

Práticas interdisciplinares em projetos

Engenheiros, farmacêuticos, médicos e outros profissionais que não podem partir de sistemas idealizados, mas lidam com o domínio do mundo no qual trabalham (uso de artefatos tecnológicos, ação de medicamentos e enfermidades), são exemplos de cientistas que produzem **conhecimentos por projetos**. Ou seja, o conhecimento interdisciplinar dominado por essas especialidades não é igual ao das teorias físicas.

O conhecimento por projeto não é estável nem exato, pois engenheiros e médicos devem se adaptar às diversas situações-problema que enfrentam. Por exemplo, um grupo de engenheiros desenvolvendo um projeto sobre saneamento básico em uma localidade não poderá aplicar o mesmo projeto em outra região; do mesmo modo, um projeto de urbanização de um local pode receber propostas de intervenção muito diferentes por grupos de arquitetos distintos.

Imagine um projeto desenvolvido por uma equipe de engenheiros para a construção de uma ponte sobre um rio. Os resultados obtidos por eles serão muito diferentes se a ponte for construída em outro trecho do rio. As diferenças de dados e propostas serão maiores se os rios forem de países diferentes.

Certamente os engenheiros responsáveis pela execução da obra têm conhecimentos gerais sobre a construção de pontes, mas ainda assim terão de adaptá-las às condições do local. Em alguns casos, geólogos serão chamados para compor a equipe do projeto, caso ela julgue que as condições impostas para a execução exijam considerações mais aprofundadas sobre o terreno das margens. Em outros casos, conhecimentos meteorológicos poderão ser requeridos caso as condições climáticas se tornem importantes. O que fica claro é que, na realização de um projeto, muitos conhecimentos são requeridos para sua plena conclusão.



Ricardo Teles/Pulsar Imagens

A construção de uma ponte requer os mesmos conhecimentos gerais, mas também exige conhecimentos específicos relativos ao local da construção. Na foto, construção de ponte sobre o rio Repartimento na rodovia Transamazônica. Novo Repartimento (PA), 2019.

Por essa razão é que grande parte dos projetos que possuem caráter prático precisa de um enfoque multidisciplinar, já que as representações acerca desses projetos são consideradas interdisciplinares. Pouco valerá um conhecimento disciplinar que produza uma representação idealizada muito estável e exata de uma ponte. Essa representação terá pouca serventia no mundo prático, em que as pontes devem permitir o transporte de pessoas e veículos e lidar com as condições reais do dia a dia.

Currículos disciplinares e interdisciplinaridade

A decisão sobre a matriz de conhecimento a ser adotada na construção curricular é das mais importantes. Como afirmamos no início deste texto, os desafios da sociedade contemporânea são da ordem do conhecimento e da informação. Dotar os futuros cidadãos da melhor formação para viver e trabalhar num mundo em transformação exigirá certamente uma formação pelo e para o conhecimento.

As previsões indicam uma interdisciplinaridade crescente tanto na pesquisa como na busca de resolução de questões sociais prementes. A grande crítica aos currículos com matriz disciplinar proferida por educadores como Pombo (2004) e Florentino e Rodrigues (2015) parece se fundamentar na posição de Morin sobre a limitação de validade a casos idealizados, distantes da complexidade do mundo real. No entanto, longe de negar as disciplinas, o que extraímos dessa análise é que, mais do que nunca, precisamos dos conhecimentos disciplinares se quisermos atingir o nível da interdisciplinaridade. Nesse sentido, disciplinaridade e interdisciplinaridade deveriam ser vistas como complementares.

Alguns currículos parecem ter incorporado a noção de complementaridade entre disciplinar e interdisciplinar, entre especialização e integração do conhecimento. Os parâmetros curriculares de Ciências dos Estados Unidos (NGSS) apresentam as duas matrizes do conhecimento, e se organizam em três dimensões:

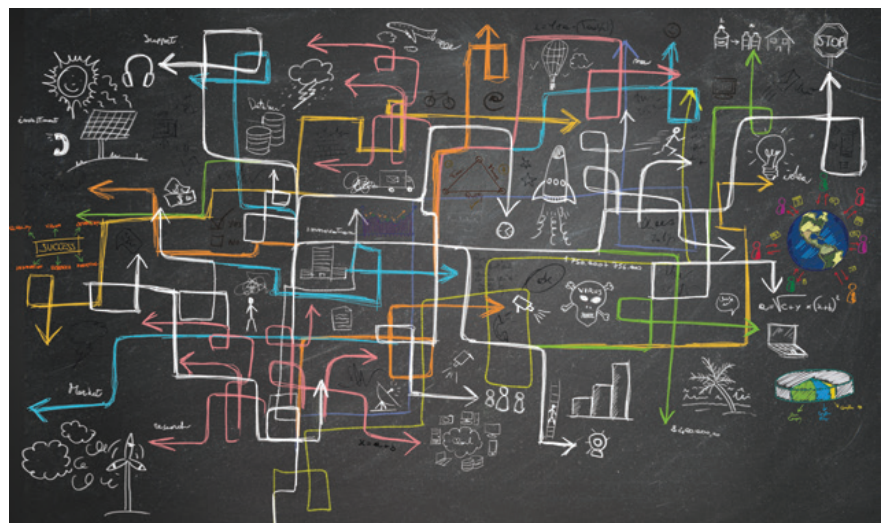
Dimensão 1:
Práticas

Dimensão 2:
Conceitos transversais

Dimensão 3:
Ideias disciplinares nucleares

Destaca-se a presença de conhecimentos disciplinares (dimensão 3) e de conceitos que permitem cooperação/pontes entre as disciplinas (dimensão 2). As práticas (dimensão 1) podem ser entendidas aqui não só como as científicas mas também aquelas da engenharia, que é uma área de conhecimento tipicamente interdisciplinar.

As disciplinas/especialidades oferecem um pensamento seguro e preciso dentro de seus limites de validade. A abordagem interdisciplinar oferece a possibilidade de cooperação visando integrar modos de pensamentos e atender às demandas do ser humano como ser social.



Temas como a energia elétrica têm conexão com diferentes disciplinas, propiciando abordagens interdisciplinares.

alphaspirit.it/Shutterstock.com

A interdisciplinaridade e a autonomia do estudante ou profissional

O uso de projetos para desenvolver conhecimento interdisciplinar pode ser uma boa estratégia de ensino capaz de envolver os conhecimentos num quadro epistemológico mais amplo, no qual as necessidades e os problemas ligados ao mundo vivencial dos estudantes podem ser contemplados de maneira mais direta por meio de uma abordagem multidisciplinar. O foco dessas atividades de ensino passaria a se concentrar na abordagem sistematizada de situações de desafio e/ou necessidades ligadas à saúde, ao ambiente, à alimentação, ao transporte, à justiça social, entre outras. Esse tipo de abordagem educacional não trata de propor questões e encaminhar soluções no interior de áreas disciplinares, mas de buscar no mundo vivencial dos indivíduos problemas e situações que requeiram uma abordagem sistematizada. A sistematização didática pretendida é impossível de ser tratada dentro de uma disciplina, e não é desejável que seja abordada em função do senso comum.

A justificativa para essa abordagem reside na estruturação das sociedades modernas, que tornaram o mundo um sistema complexo, em que se entrelaçam o cultural, o social, o econômico, o político, o científico e o religioso. A escola deve propiciar as condições para que os diversos saberes possam dotar o indivíduo de alguma autonomia, de modo que este possa adquirir capacidade de **negociar suas decisões** e de **comunicação** (diálogo) e tenha algum **domínio** e **responsabilidade** diante das mais diversas situações da vida cotidiana (FOUREZ, 1994).

A tradição escolar tem sido a de lidar com conhecimentos previamente simplificados e idealizados, de forma a se enquadrarem em campos disciplinares bem delimitados. Essa diferença pode ser um empecilho para a atuação da maioria dos professores formados na tradição disciplinar. Reside aí talvez o maior desafio para qualquer tentativa curricular de lidar com a interdisciplinaridade como base do currículo.

Outro ponto que corrobora para essa dificuldade é que a própria formação dos professores tem sido voltada para formar especialistas disciplinares. Um modelo de formação de professores que contemple a capacidade de ensinar a articular conhecimentos disciplinares visando à aquisição de saberes interdisciplinares é ainda hoje uma questão em aberto. Alguns autores têm avançado em ideias nesse campo de



eIenabasi/Shutterstock.com



O trabalho interdisciplinar e com uso de projetos requer novas formas de pensar.

estudo, embora a maioria delas sejam exemplos de sucesso nem sempre possíveis de serem transpostos para fora dos contextos originais.

Um autor que trabalhou essa questão e forneceu alguns bons direcionamentos foi Gérard Fourez (1994). A metodologia de ensino por projetos interdisciplinares tratada no seu livro pode incentivar os professores no enfrentamento da produção de saberes interdisciplinares na Educação Básica, tema que ainda hoje desafia os educadores.

Situações que requerem conhecimentos complexos

Algumas situações ajudam a entender melhor como conhecimentos disciplinares e interdisciplinares se entrelaçam para lidar com a complexidade das situações do mundo contemporâneo. Já nos anos 1990, Fourez deixava clara a insuficiência do ensino organizado de maneira disciplinar em uma formação pensada para o exercício da cidadania, com o conhecimento científico e tecnológico sendo instrumento na vida social ou pessoal, individual ou política. Segundo ele, são poucos os problemas concretos que podem ser abordados de forma adequada por uma só disciplina.

Ele cita como exemplo o problema de isolar termicamente uma casa, para o qual é preciso relacionar os conhecimentos da Física, da Biologia e do Direito, além de outras áreas, como economia, ética, estética e ecologia.



Bilalof/Shutterstock.com

O isolamento térmico de uma casa implica diferentes saberes, como o custo-benefício dos materiais e sua composição e toxicidade, o impacto socioambiental considerando a etapa de extração da matéria-prima até o produto final, o descarte, as propriedades físicas dos materiais, entre outros.

A transversalidade como forma de integração de conhecimentos disciplinares

O Ministério da Educação e Cultura (MEC) tem, nos últimos anos, se preocupado em gerar reformas no Ensino Básico (Fundamental e Médio) que ampliem a base curricular, de modo a introduzir práticas não disciplinares. Particularmente no Ensino Médio, a proposta de reforma está centrada na perspectiva interdisciplinar e na realidade social.

Sendo assim, no passado foram incluídos no currículo temas envolvendo a Saúde, a Orientação Sexual, a Pluralidade Cultural, a Ética, o Ambiente, o Trabalho e o Consumo, chamados de **temas transversais**. Essas diretrizes baseiam-se em uma visão que visa compensar a fragmentação entre os diferentes conhecimentos produzidos por uma abordagem disciplinar que não considera importante a relação entre eles nem a relação de cada conhecimento com sua tecnologia. Atualmente, foi ampliado o alcance desses temas sociais, e eles foram definidos como **Temas Contemporâneos Transversais** (TCTs) e integrados à concepção dos novos currículos.

A BNCC (BRASIL, 2018, p. 16) estipula ações como a de:

[...] decidir sobre formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem.

A interdisciplinaridade, caracterizada em diferentes temas transversais, permite tratar de questões envolvendo toda a sociedade (pais, estudantes, professores e comunidade), levantando problemas sobre a vida humana e sobre a realidade, de tal modo que provoquem mudanças nas atitudes daqueles que participam do processo.

Dessa forma, a BNCC (BRASIL, 2018, p. 19) também se refere ao papel da escola e dos professores na implementação de propostas de ensino integradoras:

[...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora.

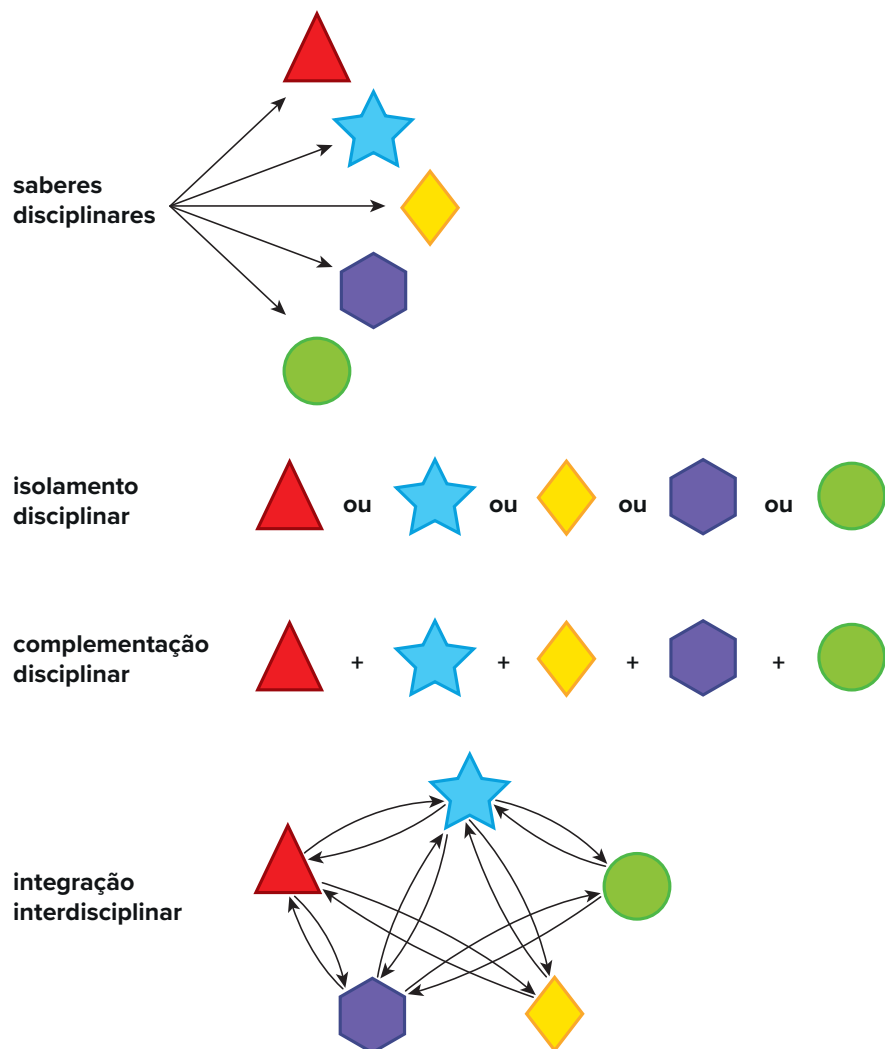


Jovens e adultos kalapalos tendo aula em escola na Aldeia Aiha, no Parque Indígena do Xingu. Querência (MT), 2018.

De certo modo, a proposta de transversalidade pode ser comparada, do ponto de vista conceitual, com a concepção de interdisciplinaridade. A integração de saberes vai além de uma soma de fragmentos do conhecimento que juntos venham a compor um único saber. Diferente disso, a integração opera no sentido de retroalimentar os diferentes saberes, de modo a fazer com que uns e outros campos de conhecimento se influenciem mutuamente. Em uma proposta integradora sobre o clima, por exemplo, não se trata apenas de lançar mão de saberes da Biologia, para entender a dimensão biológica, somada a saberes da Física, para entender a dimensão física, e da Geografia, para entender a dimensão social.

Questões transversais demandam saberes disciplinares, de modo que somente à luz de elementos da Física os processos biológicos fazem sentido, e vice-versa; ambos saberes fortemente enraizados no universo social das pessoas, na vida de cada um, nos problemas que enfrentamos cotidianamente.

Por isso, a transversalidade não se vale dos conhecimentos disciplinares como caixa de ferramentas, mas da interdisciplinaridade como abordagem de construção e validação de uma forma do saber que não existiria pela divisão disciplinar nem por uma simples soma de aspectos disjuntos das disciplinas isoladas.



Reinaldo Vignati

Esquema de saberes disciplinares e de diferentes formas de utilizar os saberes.

Atividade 1

A abordagem de integração disciplinar

Para produzir uma reflexão sobre o isolamento, a complementação ou a integração disciplinar, considere uma bicicleta.

Podemos estudar esse objeto pensando em seus componentes de forma separada (isolamento disciplinar). Por exemplo, para estudar o pneu, a química da borracha; para estudar o quadro, a siderurgia do aço ou o beneficiamento do alumínio; e assim por diante. Outra possibilidade seria pensar os componentes da bicicleta de maneira complementar (complementação disciplinar). Por exemplo: os pneus terão a densidade da borracha escolhida de acordo com o material do quadro, que vai influenciar na massa final da bicicleta.

Nenhuma dessas formas está equivocada ao se pensar uma bicicleta, e, embora a segunda forma seja mais ampla do que a primeira, ela ainda não tem uma noção integrada ou interdisciplinar da bicicleta.

Por isso, nesta atividade, propomos a elaboração de uma reflexão, estruturada na forma de um pequeno texto ou esquema, sobre como podemos pensar esse mesmo objeto de maneira interdisciplinar. Veja algumas possibilidades:

- a) relacionar o aço que compõe a bicicleta ao processo de mineração, associando os benefícios da obtenção desse produto siderúrgico para a sociedade aos potenciais malefícios causados ao ambiente;
- b) considerar a pegada de carbono, comparando o quilômetro percorrido de carro com o mesmo trajeto percorrido de bicicleta;
- c) analisar como materiais mais leves ou rodas de dimensões mais adequadas favorecem o ato de pedalar.

Você não precisa seguir nenhum dos caminhos acima. Escolha uma estrutura interdisciplinar de pensamento para avaliar uma bicicleta.

✓ **Dimensões:** 2 e 3.

Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: cerca de 1 hora.



nonneestudio/Shutterstock.com

Qualquer objeto, como a bicicleta, pode ser analisado de forma isolada, complementar ou integrada.

Para saber mais

DIDEROT, D.; D'ALEMBERT, J. R. Discurso preliminar e outros textos. In: ENCICLOPÉDIA ou dicionário racionalizado das ciências, das artes e dos ofícios. São Paulo: Unesp, 2015. v. 1.

Essa obra foi uma das primeiras enciclopédias existentes. Um dos objetivos era modificar a maneira como as pessoas pensavam com a incorporação de diversos conhecimentos em uma única obra. A ideia era conseguir sintetizar toda a produção humana em textos, de forma que as gerações atuais e futuras pudessem ter contato com o conhecimento produzido por meio da razão e da ciência. Essa obra é uma das bases do Iluminismo e ainda é capaz de gerar reflexões importantes em relação à forma como o conhecimento é organizado e transmitido na sociedade atual.

FOUREZ, Gerard. Crise no ensino de Ciências? *Investigações em ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542>. Acesso em: 26 nov. 2020.

Nesse artigo, Gerard Fourez, pesquisador do Departamento de Filosofia, Ciências e Sociedade da Universidade de Namur (Bélgica), propõe uma revisão dos principais aspectos problemáticos do atual ensino de Ciências. O autor revela a necessidade de redefinir como a ciência escolar é conduzida e como as atividades de ensino são estruturadas. Como provocação final, Fourez deixa uma reflexão sobre a importância de ensinar os conteúdos disciplinares de Ciências a partir da perspectiva de suas implicações sociais.

Avançando as fronteiras disciplinares

Bases teórico-metodológicas dos projetos

Os conhecimentos de Física podem parecer estar restritos à sala de aula, mas permeiam a rotina de todos nós, ainda que não se perceba.

Leia o poema a seguir, em que António Gideão, pseudônimo do poeta português Rómulo Vasco da Gama de Carvalho (1906-1997), transforma tais conhecimentos em poesia.



Representação artística de fenômenos luminosos.

Ser ou não ser

São ondas ou corpúsculos?
 Sim ou não?
 São uma ou outra coisa, ou serão
 ambas?
 São "ou" ou serão "e"?
 Ou um tudo se passa como se?
 Percorrem velozmente órbitas certas
 as quais existem só quando percorrem.
 Velozmente. Será?
 Ou talvez não se movam, o que
 depende
 do estado em que se encontre quem
 observa.

Assim prosseguem rotineira marcha
 na paz podre do tempo.
 Oh! O tempo!
 Até que, de repente,
 por exigências igualmente certas,
 num sobressalto histérico,
 saltam de certa órbita
 e vão fazer o mesmo noutra certa
 tão certa como a outra.
 E assim prosseguem
 na paz podre do tempo.
 Eis senão quando,
 como pedra num charco ou estrela
 que deflagra,
 irrompem no vazio,
 e o vazio perturbado afunda-se e
 alteia-se,
 e em esferas sucessivas, pressurosas,
 vão alagando o espaço,
 primeiro o espaço próximo,
 depois o mais distante,
 e seguem sempre, sempre, avante,
 sempre avante,
 em quantas direcções se lhe
 apresentam.
 Sim, ou não?
 Estou à janela
 e vejo muito longe a linha do
 horizonte.
 Ser ou não ser?
 Eis a questão.

GEDEÃO, António. *Obra completa*. 2. ed. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 2007.

- Como são minhas metodologias de aula?
- Eu incentivo meus estudantes a serem ativos em seu aprendizado?
- Meus estudantes veem significado no que aprendem?
- Os estudantes aprendem conceitos, procedimentos e atitudes?
- Trabalho em parceria com professores de outras disciplinas?
- Como posso trabalhar conteúdos interdisciplinarmente?
- O que é o ensino por projetos?

Alfabetização científica e conhecimento escolar

As discussões nas unidades anteriores procuraram mostrar que parte das mudanças trazidas pela BNCC enfatiza maior aproximação entre os conteúdos escolares e aqueles presentes no cotidiano das pessoas. Boa parte dessa argumentação centrou-se na ideia de que a falta de relação do ensino com a realidade vivenciada pelos estudantes faz com que eles tenham menor engajamento nas aulas por não verem significado no que aprendem. Uma das razões desse problema está na seleção dos conteúdos e na forma pela qual são trabalhados nas aulas de Física.

A questão que se coloca agora é: **Como proceder para que os estudantes possam compreender o conhecimento científico como resposta a uma questão ou a um problema verdadeiro?**

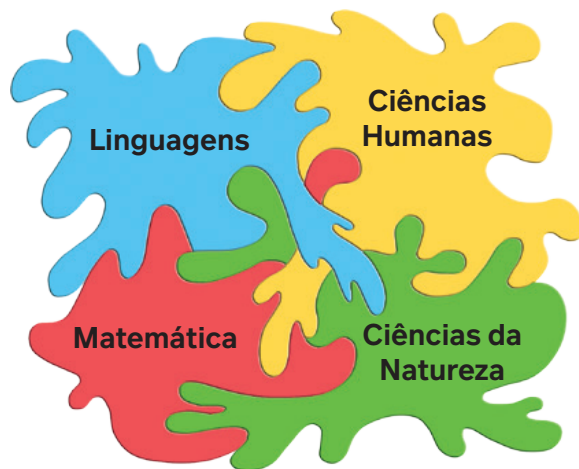
Grande parte das necessidades das pessoas no cotidiano tem caráter prático. Elas precisam produzir representações capazes de lidar com essas necessidades que serão, na maioria dos casos, questões interdisciplinares. Entretanto, o saber escolar está historicamente ancorado nos conhecimentos disciplinares. Além disso, o ensino por projetos é muito pouco enfatizado e usado no contexto escolar. A utilização dessa abordagem dá aos estudantes a oportunidade de integrar conhecimentos dos vários componentes disciplinares já presentes nos currículos, o que proporciona ganho de autonomia para sua vida.

Segundo a perspectiva de formação dos estudantes pretendida numa abordagem por projetos interdisciplinares, o conhecimento científico deve desenvolver:

- a autonomia;
- a comunicação;
- a tomada de decisão do indivíduo em seu cotidiano.

É o que alguns autores definem como **alfabetização científica** ou **letramento científico**. De acordo com os trabalhos de Santos (2007) e Shamos (1997), podemos organizar a noção de alfabetização científica com base em três espaços de atuação na vida social:

- **alfabetização científica prática** – tem como objetivo utilizar os conhecimentos no dia a dia a fim de melhorar as condições de vida, o conhecimento de si mesmo e do mundo. Essa dimensão faz referência a conteúdos conceituais e procedimentais para a vida prática do indivíduo, tais como ser capaz de interpretar as informações de segurança de um equipamento eletrodoméstico, de um rótulo de alimento etc.;
- **alfabetização científica cívica** – proporciona a capacidade de intervir socialmente, com critério científico, em decisões políticas. Relaciona-se mais a conteúdos atitudinais para a formação da cidadania ativa – por exemplo, na tomada de decisão em uma consulta pública sobre a construção de um aterro sanitário numa comunidade ou a escolha do modelo de cobrança da energia elétrica;
- **alfabetização científica cultural** – está relacionada ao significado da ciência e da tecnologia e sua incidência na configuração social. Insere o conhecimento científico no legado cultural da civilização, no qual já se consideram a História, a Arte, a Literatura, entre outros. Um exemplo é compreender a contribuição dos trabalhos de Albert Einstein (1879-1955) e Charles Darwin (1809-1882) na concepção sobre a origem do Universo e da vida.



João P. Mazzocco

A abordagem do ensino por projetos integra os diversos componentes disciplinares e as diferentes áreas do conhecimento.

É parte do projeto educacional de uma nação desenvolver a alfabetização científica a fim de possibilitar que um cidadão seja efetivamente ativo nessas três dimensões. Para tanto, as situações em que a Física é requerida exigem competências e habilidades para enfrentar os desafios da atualidade. Argumentar e interpretar fatos envolve o uso de conceitos, leis e modelos representativos da Física que indicam características, detalham fenômenos e propiciam fazer previsões. A competência de interpretar e construir argumentos nesses termos demanda uma alfabetização científica em consonância com os desafios impostos pela vida em sociedade e pela vida profissional em qualquer área de atuação.

A BNCC apresenta um conjunto de competências gerais a serem alcançadas pelos estudantes ao final do Ensino Médio por meio de competências específicas e habilidades por áreas do conhecimento que deverão ser desenvolvidas e implementadas em contextos da vida social. O ensino de Física deve contribuir para que essas competências sejam atingidas.

Na área de Ciências da Natureza existem habilidades que detalham situações em que o estudante se defronta com problemas de ordem social para os quais os conhecimentos aprendidos devem ser operacionais na busca de soluções. Assim, podemos dizer que a grande mudança de perspectiva na aprendizagem dos últimos 25 anos, reforçada pela BNCC, está na concepção do saber-fazer, e não apenas no saber, de modo que o conhecimento possa ser colocado em ação pelo estudante em situações de sua vida pessoal e comunitária.

A abordagem proposta nesta obra alinha-se a essa perspectiva, tomando o ensino por projetos e a interdisciplinaridade como os sinalizadores metodológicos do trabalho do professor de Física. Representar, interpretar, avaliar riscos e benefícios e realizar previsões são ações integradas aos conhecimentos das ciências por meio das quais os estudantes enfrentarão situações-problema pouco idealizadas e mais próximas da realidade de suas comunidades.

Mudar a maneira de aprender e, conseqüentemente, de ensinar envolve um processo de reflexão profunda sobre as práticas mais tradicionais, que invariavelmente isolavam os conhecimentos em disciplinas compartimentalizadas.

Oferecemos nesta unidade temas para reflexão aprofundada, que se faz necessária para uma mudança da perspectiva didático-pedagógica. Ao final é apresentada uma **metodologia de ensino por projetos** que acreditamos poder auxiliar os professores de Física a mudar sua maneira de interpretar o ensino e o aprendizado de Ciências da Natureza.



Uma visão ampliada dos conteúdos escolares

Focar o ensino em competências e habilidades especifica o projeto formativo a ser seguido no ensino de Física. Para atingi-las, devemos modificar algumas ideias e concepções que temos sobre o ensino e aprendizado dessa disciplina. Uma delas relaciona-se ao próprio conteúdo escolar.

A crítica que vem sendo feita ao ensino de caráter passivo e baseado na transmissão de informação teve como efeito colateral uma desvalorização dos conteúdos escolares e do entendimento de como se dá sua aprendizagem (YOUNG, 2010). Contudo, este não é um efeito desejável, uma vez que o ensino baseado em **metodologias ativas e participativas**, que detalharemos mais adiante, não implica considerar os conteúdos como algo menos importante, mas sim que eles não são suficientes nem podem ser considerados tendo um fim em si mesmos. Eles devem ser vistos como meios, recursos para realizar atividades, resolver problemas e participar da vida social.

Para isso, é importante ressignificar a ideia de conteúdo escolar e evitar uma tendência comum nas **metodologias transmissivas**: a de tratar os conhecimentos factuais e conceituais como o foco exclusivo ou dominante de um ensino que, afinal, pauta-se pela intenção de transferir conhecimentos (ZABALA; ARNAU, 2010). Não é por acaso que, para a maioria dos professores, falar de “conteúdos de ensino” é falar de conhecimentos apenas, e não de procedimentos, habilidades, estratégias, atitudes, valores. No entanto, quando se pensa na formação integral dos estudantes, qualquer coisa que crie condições para que desenvolvam capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social também deve ser considerada conteúdo de aprendizagem (ZABALA, 1998).

Nesta obra, trata-se os conteúdos escolares conforme a visão ampliada proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018). Nessa visão, são identificadas dimensões **conceituais, procedimentais e atitudinais** (COLL *et al.*, 1992) dos conteúdos da educação científica, de maneira a abranger o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes fundamentais para uma formação integral dos estudantes, que lhes permita participar ativamente da comunidade e sociedade em que vivem.

Conrado e Nunes-Neto (2018) elaboram uma concepção ampliada das **dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA)** do conteúdo escolar que fornece orientação para a organização de objetivos de aprendizagem.

Metodologias de ensino são maneiras de organizar o trabalho educacional com vistas a alcançar os objetivos de aprendizagem de hierarquias superiores. Podem ser classificadas basicamente em três tipos: passivas, ativas e participativas.



As dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais (CPA) do conteúdo escolar.

João P. Mazzocco

Dimensão conceitual

Seguindo essa concepção, a dimensão conceitual dos conteúdos inclui fatos, teorias, conceitos e princípios, conforme descritos a seguir.

- **Fatos** são informações, acontecimentos, dados, eventos ou fenômenos concretos, que incluem tanto fenômenos particulares quanto padrões gerais. São exemplos: nomes de fenômenos físicos, como queda livre, descarga elétrica, propagação das ondas etc.
- **Teorias** são as principais estruturas do conhecimento científico, que reúnem, de modo sistemático, fatos, conceitos e princípios para explicar uma determinada classe de fenômenos, a exemplo da mecânica newtoniana, das teorias atômicas ou da tectônica de placas.
- **Conceitos** são termos com significado preciso, que se diferenciam dos fatos por sua precisão, estabilidade e amplo campo de aplicação e por serem a base das teorias. Abarcam uma ampla quantidade de eventos, fenômenos ou fatos. Exemplos: força, corrente elétrica, calor, gravidade etc.
- **Princípios** podem ser compreendidos como elementos teóricos *a priori*, que sintetizam hipóteses de uso amplo. Eles possibilitam explicações, previsões e descrições de fatos e, como tais, também são componentes importantes das teorias, uma vez que contribuem para que estas possam ser usadas para explicar fenômenos. Princípios são compostos de conceitos e se manifestam em fatos. Um exemplo de princípio físico é a segunda lei da termodinâmica.



Categorias da dimensão conceitual.

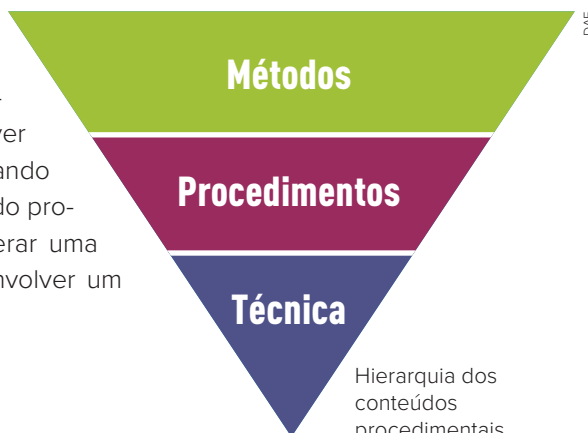
Dimensão procedimental

Conteúdos procedimentais são um conjunto de ações necessárias para a realização de tarefas e o enfrentamento de problemas. São estratégias capazes de orientar na perseguição de objetivos ou metas e, ao mesmo tempo, na aquisição de novos aprendizados (COLL *et al.*, 1992). A dimensão do conteúdo procedimental deve ser compreendida como um eixo cognitivo-motor (ZABALA, 1998), e não meramente como uma habilidade mecânica. Ela inclui procedimentos, técnicas e métodos.

- **Procedimentos** são ações (cognitivas e motoras) ordenadas que têm o intuito de alcançar um fim determinado, com base em técnicas e métodos consensualmente aceitos, no caso, por alguma comunidade científica e/ou escolar (ZABALA, 1998). A elaboração de um argumento, a construção de um gráfico ou de uma tabela, a confecção de uma maquete são exemplos de procedimentos.
- **Técnicas** são atividades necessárias para realizar um procedimento, a exemplo da resenha de um texto, da busca de fontes numa pesquisa sobre um assunto, da análise da estrutura de um argumento, da realização de medidas com uma régua, da classificação de elementos em um conjunto com base em algum critério, da realização de cálculos num exercício.
- **Métodos** são conjuntos de técnicas e procedimentos variados, articulados uns aos outros para que se possa realizar uma determinada ação com certa finalidade.

Esses elementos podem exibir diferentes graus de automatização, conforme os sujeitos. Tipicamente, um estudante, ao aprender inicialmente essa dimensão do conteúdo, apresenta dificuldades iniciais, executando as ações de modo mais rudimentar; à medida que tem oportunidade de usar técnicas, procedimentos e métodos, vai alcançando maior automatismo e precisão, melhorando seu desempenho.

Seguimos Conrado e Nunes-Neto (2018) na organização hierárquica desses elementos: métodos são compostos de procedimentos, que são, por sua vez, compostos de técnicas. Emprega-se um método ao se descrever a maneira pela qual uma tarefa deve ser realizada – quando comparamos duas formas de resolver um problema, quando produzimos uma sequência articulada de situações para gerar uma explicação ou quando elaboramos um plano para desenvolver um experimento.



Dimensão atitudinal

A dimensão **atitudinal** inclui três categorias:

- **Valores** são parâmetros ou critérios que orientam os juízos morais da pessoa sobre diferentes condutas, com base em fundamentos éticos aceitos por ela;
- **Normas** são padrões ou regras de comportamento estabelecidos e compactuados por um grupo ou coletividade;
- **Atitudes** são tendências ou predisposições de conduta dos sujeitos; elas se baseiam em normas e valores.

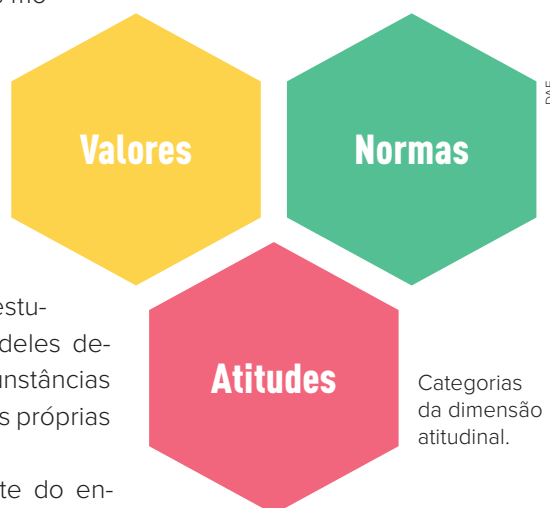
É importante que todas essas dimensões do conteúdo escolar sejam vivenciadas durante o desenvolvimento dos estudantes, em situações concretas ou simuladas. A formação deles depende da aplicação dos conhecimentos adquiridos em circunstâncias colocadas para os sujeitos e, em particular, da reflexão sobre as próprias ações e as de outros atores sociais.

Essa reflexão pode conduzir a uma elaboração crescente do entendimento do estudante sobre os próprios valores, normas e atitudes e sobre suas relações com os padrões aceitos pelas comunidades nas quais vive. Para tanto, as ações devem ser examinadas de um ponto de vista ético e normativo, não apenas de uma perspectiva técnica e produtivista.

Como discutem Conrado e Nunes-Neto (2018), esta é uma diferença importante entre as ações vistas de uma perspectiva ética (isto é, que partem da dimensão atitudinal) e aquelas vistas de uma perspectiva técnica (que partem da dimensão procedimental). Para que ocorra aprendizagem da dimensão atitudinal dos conteúdos, não basta conhecer valores, normas e atitudes. É necessário ponderar e analisar as normas e os valores envolvidos em situações vividas ou simuladas, o que torna a aprendizagem da dimensão atitudinal geralmente a mais complexa. Além disso, ela se mostra importante para a compreensão e a reflexão do estudante sobre as dimensões conceituais e procedimentais dos conteúdos.

Uma atitude é aprendida quando a pessoa pensa, sente e atua de forma relativamente constante diante de um objeto ou de uma situação concreta à qual dirige sua atenção (ZABALA, 1998, p. 47). Já as normas são aprendidas em diferentes níveis de profundidade e comprometimento. Primeiramente, podem ser apenas aceitas sem reflexão que indique o porquê de sua existência. Em um segundo nível, a aceitação pode ser seguida da compreensão de seu significado. E, finalmente, as “normas são interiorizadas e aceitas como regras básicas de funcionamento da coletividade que regem” (ZABALA, 1998, p. 47).

Os valores do sujeito vão sendo formados à medida que ele interioriza normas e aprende atitudes. Quanto maior a reflexão sobre as razões que justificam uma determinada ação, o conhecimento de normas e a consciência dos valores morais relacionados às atitudes, menor a ocorrência de disposições intuitivas e maior a reflexividade crítica sobre as ações (CONRADO; NUNES-NETO, 2018).



Integração das dimensões

A concepção dos conteúdos proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018) tem a vantagem de não limitar a identificação de dimensões procedimentais e atitudinais genéricas, e sim promover uma reflexão sobre como abordar, em cada conteúdo, não somente suas dimensões conceituais como também procedimentais e atitudinais específicas.

Isso pode ser ilustrado no conteúdo sobre energia. Sua dimensão conceitual já merece grande atenção nos currículos de Física do Ensino Médio, por exemplo, no tratamento dos processos de transformação e de conservação, mas as dimensões procedimentais e atitudinais específicas desse conteúdo recebem muito menos atenção.

Não há dúvida, no entanto, de que o contexto contemporâneo é marcado pelo desequilíbrio socioambiental, pelo aumento das demandas energéticas e pela conseqüente necessidade de incremento e diversificação dos modos de produção de energia elétrica. Tal realidade requer da escola ambientes de aprendizagem que permitam aos estudantes o desenvolvimento de atitudes que favoreçam o consumo consciente de energia elétrica, bem como procedimentos que tenham a mesma implicação, como avaliação dos custos financeiros e ambientais que esse consumo tem, considerando seus impactos não só na vida pessoal como para todo o mundo. Isso pode ser feito também em relação aos demais conteúdos escolares, com maior ou menor dificuldade, no momento do planejamento dos programas e práticas de ensino.

Foto de Almeida/Folhapress



A produção de energia elétrica é um exemplo de tema cuja abordagem possibilita o desenvolvimento de múltiplos conteúdos CPA, bem como a integração de diversos componentes curriculares. Na foto, casa de força principal da usina hidrelétrica de Belo Monte (PA), 2018.

Tal procedimento não implica colocar a prática pedagógica dentro de um esquema rígido de abordagem de dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais para todos os conteúdos. A concepção dos conteúdos ora apresentados não demanda isso. Como destacam Conrado e Nunes-Neto (2018), em determinados momentos pode-se enfatizar a dimensão conceitual de um conteúdo (por exemplo, na leitura de um texto a respeito de um conceito, como o de biodiversidade), enquanto em outras situações a dimensão procedimental poderá estar em destaque (como em atividades de investigação sobre os padrões de consumo nas casas ou comunidades dos estudantes), ou ainda a dimensão atitudinal (a exemplo de uma discussão sobre a legislação brasileira que trata da proteção da biodiversidade).

Além disso, na sequência dos diferentes conteúdos do programa de ensino, podemos optar por destacar mais a dimensão conceitual de alguns, a dimensão procedimental de outros ou a atitudinal de outros ainda. Em suma, não se trata de um esquema rígido de organização dos conteúdos, mas de um ponto de referência flexível que pode ser usado por cada professor na construção de sua prática pedagógica.

O quadro a seguir, construído com base em técnica proposta por Conrado e Nunes-Neto (2018), pode ser utilizado para organizar o planejamento da prática pedagógica.

Exemplos para planejamento do ensino considerando dimensões CPA dos conteúdos escolares

Área	Conteúdo	Dimensão conceitual	Dimensão procedimental	Dimensão atitudinal
Energia	Produção e transmissão de energia elétrica	<ul style="list-style-type: none"> os modos de vida da sociedade contemporânea dependem de uma grande disponibilidade de energia elétrica (fato); eletromagnetismo (teoria); variação do fluxo magnético (conceito); sistemas de acumulação de energia potencial gravitacional, como represas, podem ser combinados a bobinas que giram próximas a um ímã, variando o fluxo magnético e induzindo uma corrente elétrica (princípio). 	<ul style="list-style-type: none"> levantamento de informações sobre os consumos de energia elétrica dos aparelhos domésticos (procedimento); avaliação de informações técnicas dos aparelhos (técnica); análise do impacto ambiental desses aparelhos, considerando a demanda de áreas alagadas na produção de energia elétrica (método). 	<ul style="list-style-type: none"> compromissos e valores que orientam as relações dos seres humanos com a natureza (valor); legislação voltada para regulação da exploração do ambiente natural para produção de energia elétrica (norma); decisões de consumo que sejam sustentáveis (atitude).
Conservação do momento	Momento linear	<ul style="list-style-type: none"> colisões entre corpos (fato); sistemas mecanicamente isolados (teoria); momento linear (conceito); princípio da conservação do momento linear (princípio). 	<ul style="list-style-type: none"> veículos em cruzamentos precisam parar para evitar uma colisão (procedimento); a depender da massa e da velocidade dos veículos, a colisão pode produzir maior ou menor dano (técnica); uma direção defensiva deve atender aos requisitos para o mínimo dano numa eventual colisão (método). 	<ul style="list-style-type: none"> o senso de responsabilidade individual e coletivo impregna a forma como as pessoas dirigem (valor); a legislação concernente à direção segura inclui elementos da Física das colisões (norma); um motorista consciente entende as implicações físicas de uma colisão e, por isso, ao dirigir, para em cruzamentos, só ultrapassa com espaço adequado e mantém distância de outros veículos (atitude).
Radiação	Interação entre radiação e matéria	<ul style="list-style-type: none"> a exposição à radiação pode ser prejudicial à saúde (fato); interação entre fótons e elétrons (teoria); efeito fotoelétrico (conceito); a energia de cada fóton é um fator mais relevante do que a quantidade de fótons (princípio). 	<ul style="list-style-type: none"> análise da fotocélula que controla o acendimento das lâmpadas de postes (procedimento); avaliação de planilhas e gráficos de diferentes penetrações de radiação eletromagnética (técnica); medição da coloração da luz em diferentes profundidades do oceano (método). 	<ul style="list-style-type: none"> rejeição de teorias conspiratórias, como nocividade da radiação do forno de micro-ondas (valor); normas para exposição de humanos a níveis de radiação ultravioleta (norma); evitação de exposição prolongada à luz solar ou ambientes com raios X (atitude).

Dimensões CPA na BNCC

Competências e habilidades desenvolvidas nos projetos

A metodologia de ensino por projetos sugerida neste livro foi pensada de modo a estimular o desenvolvimento das competências gerais da educação básica, bem como das competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e das habilidades associadas a elas, de acordo com a BNCC. A seguir, discutiremos como as competências gerais da Educação Básica, propostas pela BNCC, estão relacionadas às dimensões conceitual, atitudinal e procedimental dos componentes curriculares, conforme proposto por Conrado e Nunes-Neto (2018) e esquematizado ao lado.

As competências específicas e habilidades associadas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias serão abordadas em cada um dos projetos. Considerando que fatos, teorias, conceitos e princípios teóricos aderem à dimensão conceitual; que métodos, técnicas e procedimentos aderem à dimensão procedimental; e que valores, normas e atitudes aderem à dimensão atitudinal do conhecimento, é possível reconhecer em cada competência e em cada habilidade da BNCC a intenção de um conhecimento multidimensional, para além do conteúdo.



Esquema de dimensões conceitual, procedimental e atitudinal do conhecimento.

João P. Mezzoco

Avaliando as dimensões abordadas pelas competências e habilidades

As bases teórico-metodológicas e, em especial, as etapas da metodologia de projetos proposta possibilitam aos professores estimular seus estudantes para o desenvolvimento das três dimensões do conhecimento. Essas dimensões podem ser reconhecidas nas competências gerais da Educação Básica e interpretadas em seus textos, seja nas dimensões em si, seja nas características de cada uma delas, conforme mostramos nos exemplos a seguir.

Competência geral 1

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

→ atitudes

→ procedimentos

→ conceitos

→ atitudes

“Valorizar os conhecimentos historicamente construídos” é uma atitude que envolve parâmetros relacionados aos valores atribuídos aos aspectos históricos do conhecimento, às normas de comportamento estabelecidas e compactuadas nas instituições de ensino e na sociedade e às atitudes dos sujeitos que levam em conta essas normas e valores. Valores, normas e atitudes são categorias que ajudam a compreender a dimensão atitudinal dos conteúdos.

Com relação à dimensão conceitual, as categorias são fatos, conceitos e princípios. Quando falamos em “[...] utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade [...]”, precisamos reunir fatos, compreender conceitos e princípios desses diferentes mundos (físico, social, cultural e digital) para explicar a realidade. Fatos, conceitos e princípios são categorias da dimensão conceitual.

Já para explicar a realidade, faz-se uso de métodos investigativos (por exemplo: descrição, comparação, explicação e experimentação) e recorre-se a certos procedimentos, como elaborar argumentos ou construir gráficos, os quais exigem conhecimento e uso de técnicas específicas. Técnicas, procedimentos e métodos são categorias da dimensão procedimental.

Finalmente, “[...] continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” são atitudes de sujeitos que levam em conta valores democráticos e relacionados aos direitos humanos.

Competência geral 2

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Diagrama de anotações para a Competência Geral 2:

- atitudes (aponta para "Exercitar a curiosidade intelectual")
- métodos (aponta para "investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções")
- teorias (aponta para "com base nos conhecimentos das diferentes áreas")

“Exercitar a curiosidade intelectual” é um imperativo ético dos estudiosos, os quais seguem normas de suas respectivas sociedades de conhecimentos.

Para “[...] recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas)”, os estudantes deverão reunir, estudar e praticar métodos, procedimentos e técnicas científicas, isto é, categorias da dimensão procedimental dos conteúdos.

Quanto à recomendação de se fundamentar nos conhecimentos das diferentes áreas, é possível reconhecer nesse trecho elementos das três dimensões conceituais. Para alcançar o desenvolvimento dessa competência, os estudantes deverão ampliar para além da disciplina em questão não apenas os fatos, conceitos e princípios estudados mas também os métodos, procedimentos e técnicas para resolvê-los.

Por último, mas não menos importante, valores, normas e atitudes cultivados nas diferentes áreas de conhecimento deverão ser considerados; no entanto, a própria atitude de valorizar o conhecimento de diferentes áreas caracteriza mais uma dimensão (atitudinal) dessa competência.

Competência geral 3

Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

Diagrama de anotações para a Competência Geral 3:

- valores (aponta para "Valorizar")
- atitudes (aponta para "fruir")
- atitudes (aponta para "participar")
- procedimentos (aponta para "participar")

Essa competência tem relação estreita com a dimensão atitudinal e procedimental dos conteúdos.

Ao “valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais [...]”, os estudantes são convidados a apreciar e valorizar outras culturas e manifestações artísticas diferentes daquelas com as quais estão familiarizados. Essa atitude pode sensibilizar os estudantes conectados com culturas e manifestações artísticas hegemônicas quanto ao valor de outras culturas (e suas manifestações artísticas), além de aumentar seu interesse por elas.

Quando os estudantes são estimulados a “[...] participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural”, eles têm, então, a oportunidade do contato com essas práticas, ou seja, podem utilizar métodos, procedimentos e técnicas artísticas para se aproximar de outras culturas.

Competência geral 4

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Diagrama de anotações para a Competência Geral 4:

- procedimentos (aponta para "Utilizar diferentes linguagens")
- teorias (aponta para "bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica")
- atitudes (aponta para "para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos")

Um trecho chama a atenção, pois indica a possibilidade de explorar as três dimensões dos conteúdos em apenas uma parte da descrição da competência. Quando dizemos “utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica [...]” significa que os estudantes deverão ser estimulados a conhecer os conceitos dessas linguagens (dimensão conceitual) e refletir sobre eles, entender ao menos o suficiente sobre os procedimentos que viabilizam suas execuções (dimensão procedimental) e, ainda, valorizar esse tipo de diversidade na comunicação (dimensão atitudinal).

Ao utilizar essas diferentes linguagens “[...] para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos”, os estudantes deverão lançar mão de procedimentos característicos dessas diversas áreas para dialogar sobre fatos e experiências, mas também para expor ideias e sentimentos, o que já caracteriza ações ligadas à dimensão atitudinal.

O complemento final dessa competência, “[...] e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo”, reforça uma atitude comprometida com determinados valores, especialmente aqueles relacionados ao estímulo à reflexão, à colaboração e à transparência.

A mesma avaliação feita sobre as competências gerais também pode ser feita com relação às competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Tomemos, por exemplo, a **competência específica 1**:

Competência específica 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

→ método
→ princípio teórico
→ atitude

Nota-se que a competência define aspectos procedimentais (ou métodos), aspectos conceituais (princípios teóricos) e atitudinais (atitude/ação) como norteadores de um conjunto de habilidades.

A **habilidade EM13CNT103**, relacionada à **competência específica 1**, também abrange aspectos das três dimensões.

Habilidade EM13CNT103

Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

→ conceito
→ técnica
→ atitude

Mantendo a importância da dimensão conceitual (conhecimento), há a necessidade de um julgamento de valor (atitude) e de uma verificação técnica dos processos envolvidos (procedimental).

Isso demonstra que um olhar docente, atento a essas dimensões do ensino, pode enxergá-las na base curricular em praticamente todas as propostas de competências e habilidades.

Outra característica importante a ser observada é que as habilidades exigem uma abordagem que extrapola os limites de cada disciplina de Ciências da Natureza. Ou seja, a discussão da unidade anterior sobre o conhecimento disciplinar, seus limites e suas possibilidades, sobre o conhecimento por meio de projetos e sobre a interdisciplinaridade é fundamental para entender o que deve ser ensinado/aprendido como objetos de conhecimento que dão suporte às habilidades listadas na BNCC.

Esses objetos podem ser estruturados de forma hierárquica, o que pode ser mais bem visualizado por meio de um mapa de ideias.

Mapa de ideias

Mapas de ideias podem ser formados por caixas que contêm um termo ou uma pequena frase e que se relacionam por linhas de conexão, as quais indicam uma relação entre as caixas. Uma versão semelhante será usada na **Unidade 7**: o mapa conceitual. Este, porém, requer unidades semânticas – as linhas que conectam as caixas têm um verbo ou um termo de ligação, enquanto o mapa de ideias não os exige e, por isso, são mais simples e rápidos de se construir.

Mapas de ideias são representações heurísticas que funcionam como ferramenta metacognitiva rápida. São formas de identificar e organizar o que se sabe. Professores habituados a essa ferramenta podem, ao preparar uma aula, colocar no papel um mapa de ideias, esquematizando uma organização dos objetos de conhecimento em uma hierarquia possível.

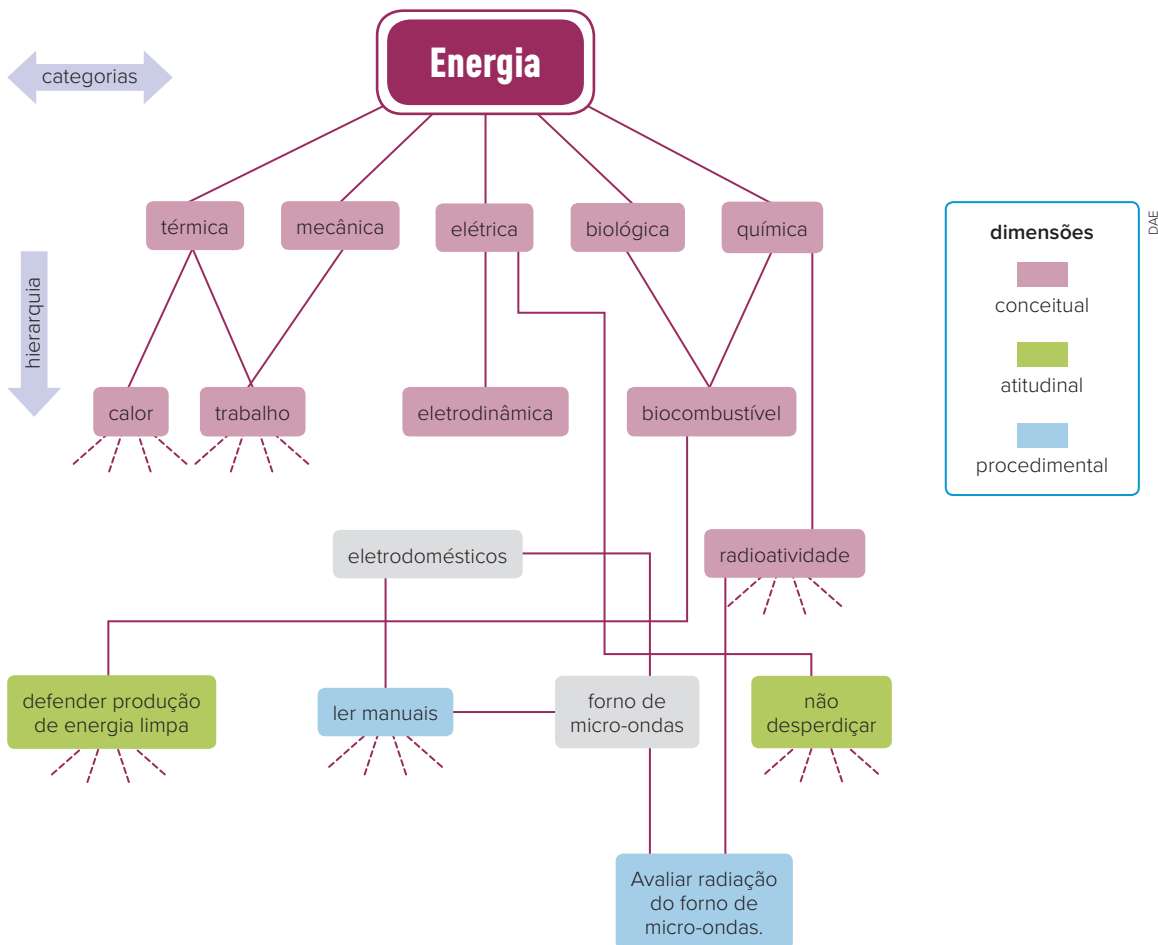
Seja como lembrete, seja como estruturador do saber, é possível construir um mapa de ideias com competências e habilidades da BNCC. Contudo, é importante reconhecer que tal mapa será apenas uma das formas de organização do saber, pois, a depender dos objetos de conhecimento e dos objetivos do ensino, um mesmo tema pode resultar em inúmeros mapas de ideias possíveis.

Os mapas de ideias a seguir apresentam uma possível interpretação de objetos de conhecimento relativos ao ensino de algumas das habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a fim de servir de exemplo para a organização dos elementos de interesse. Em relação à habilidade analisada anteriormente (EM13CNT103), pode-se identificar uma série de conhecimentos conceituais das Ciências da Natureza (destacados em vermelho), bem como objetos-foco (em cinza). Mas também é possível reconhecer conteúdos atitudinais (ligados aos valores e ações, em verde) e procedimentais (ligados às normas e processos, em azul). As linhas pontilhadas indicam possíveis continuações que podem ser exploradas a depender do nível de detalhamento desejado.

Habilidade EM13CNT103

Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

Uma organização hierárquica possível, incluindo as dimensões CPA para a habilidade.



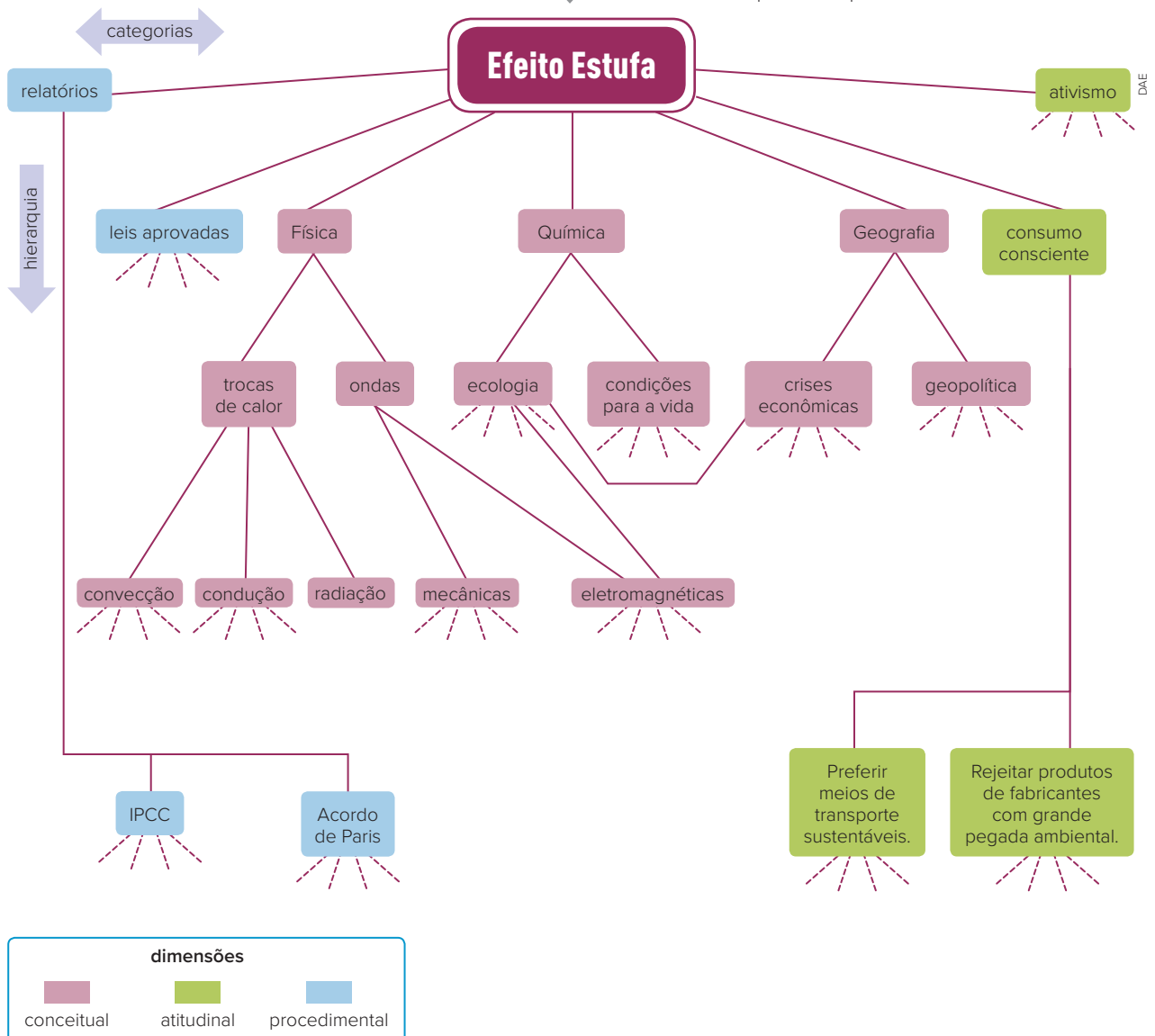
Mapa de ideias que podem ser pensadas como necessárias para desenvolver a habilidade EM13CNT103.

A organização hierárquica dos objetos de conhecimento pode ser produzida também em uma esfera mais ampla. Ao analisar a **competência específica 1** de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, por exemplo, pode-se produzir um mapa semelhante ao anterior com os objetos de conhecimento, com base em um tema de ensino.

Competência específica 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Uma organização hierárquia possível, incluindo as dimensões CPA para a competência.



Exemplo de mapa de ideias tomando como base o tema "efeito estufa" e a **competência específica 1** de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Isso demonstra como as competências e habilidades da BNCC orientam a organização dos temas de ensino e dos objetos de conhecimento, com diferentes níveis de detalhes e associados às três dimensões.

Uma dica para o professor organizar hierarquicamente uma interpretação da relação entre objetos de conhecimento é, primeiramente, listar elementos das três dimensões que sejam pertinentes. Depois, posicionar os elementos mais genéricos no topo e os elementos mais específicos mais abaixo, enquanto aqueles julgados como pertencentes a um mesmo nível hierárquico podem ser colocados lado a lado, separando-se horizontalmente as diferentes categorias. Por último, é possível colorir, dentro dessa organização, as dimensões CPA ligadas à habilidade e aos objetos de conhecimento envolvidos.

É interessante notar, com base nessa análise, que o aprendizado de Física deixa de ser um processo que se encerra em si e passa a ser um processo de aprendizagem voltado ao uso em contextos de relevância social e ambiental.

Outro papel assumido pela Física se dá na interpretação, argumentação e resolução de problemas advindos da sociedade, elementos que surgem no aprendizado como atitudes e procedimentos, para além dos conceitos. Para tanto, continua sendo necessário dominar os conhecimentos da Física, mas isso deixa de ser elemento único do aprendizado de Ciências da Natureza para se tornar, quiçá, um ponto de partida para uma sequência de ensino, mas que esbarrará em outros saberes conceituais, bem como em saberes das dimensões procedimental e atitudinal. Portanto, a proposta de um ensino de Física baseado em projetos orientados por problemas de relevância social (a ser detalhado adiante) adere às formas de construção de currículos organizadas na BNCC.

Mapas de ideias são instrumentos que podem nos auxiliar a ter uma visão mais ampla dos objetos de conhecimento.

Atividade 1

A abordagem de integração disciplinar

1. Agora que você já viu como utilizar um mapa de ideias para estruturar uma hierarquia de objetos do conhecimento em uma habilidade, é importante exercitar esse processo. Isso pode ser feito com base em um tema de ensino, uma habilidade da BNCC, uma competência específica ou uma competência geral. A depender do ponto de partida, o mapa de ideias poderá ficar bem específico ou bem genérico, mas, em todo caso, o que será produzido é uma organização estrutural dos saberes, o que auxilia a ação em sala de aula, seja no desenvolvimento dos conteúdos, seja nas discussões e vivências.

Com base nos mapas de ideias analisados anteriormente, construa novas organizações hierárquicas dos objetos de conhecimento, considerando:

- a) uma habilidade de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
- b) uma competência específica de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
- c) uma das competências gerais da BNCC (dica: nesse caso, escolha um tema de ensino da Física para compor o arcabouço conceitual).

2. As habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC não estão vinculadas diretamente a objetos disciplinares, mas certamente sobrepõem diferentes objetos da Física, Química e Biologia. Nesta atividade, o objetivo é comparar diferentes organizações hierárquicas do conhecimento para uma mesma habilidade.

Reúna-se com os colegas professores de Ciências da Natureza e proponha que produzam os próprios mapas de ideias para uma mesma habilidade. Em seguida, comparem as análises feitas e discutam aproximações e afastamentos nas organizações hierárquicas produzidas.

Dimensões: 2 e 3.

Material: lápis, folha de sulfite, papel pardo, caneta hidrográfica e computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: cerca de 2 horas.

Objetivos de aprendizagem

A **taxonomia de objetivos educacionais** consiste em uma moldura teórica para classificar as expectativas acerca do que os estudantes deverão aprender como resultado do ensino. É uma ferramenta útil para o planejamento do trabalho das dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos em sala de aula.

Bloom e colaboradores (1956) foram os primeiros a elaborar essa taxonomia. A **taxonomia de Bloom**, como ficou conhecida, teve grande impacto e foi traduzida para 22 línguas (KRATHWOHL, 2002). Há cerca de duas décadas, uma versão revisada foi elaborada por Anderson e colaboradores (2001). Essa taxonomia revisada traz contribuição relevante para o planejamento do ensino.

Para Bloom, uma taxonomia de objetivos educacionais poderia cumprir uma série de papéis expressivos no processo educativo, tais como (KRATHWOHL, 2002):

- I. uma linguagem comum para tratar de objetivos de aprendizagem, o que facilita a comunicação;
- II. uma base para determinar, num curso ou currículo particular, o significado específico de objetivos educacionais amplos, como aqueles usualmente encontrados em currículos nacionais ou estaduais;
- III. um meio para determinar a congruência entre objetivos educacionais, atividades e avaliação.

A Taxonomia de Bloom revisada considera dimensões conceituais (factuais e conceituais) e procedimentais dos conteúdos, além de uma dimensão metacognitiva, isto é, relativa ao conhecimento sobre a cognição em termos gerais e à consciência de um sujeito sobre sua própria cognição.

O quadro a seguir mostra a estrutura dos processos cognitivos considerados na taxonomia revisada de Bloom.

A estrutura dos processos cognitivos na taxonomia revisada de Bloom		
Criar	Realizar sínteses de modo a reunir elementos aprendidos para dar origem a uma nova totalidade coerente ou gerar um novo produto.	<ul style="list-style-type: none"> • Gerar • Planejar • Produzir
Avaliar	Fazer juízos acerca de uma situação ou um conhecimento com base em critérios e padrões.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar • Criticar
Analisar	Decompor uma situação-problema ou um conhecimento em suas partes constituintes, identificando como as partes se relacionam umas com as outras e com a estrutura geral e/ou o propósito da situação ou do conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar • Organizar • Atribuir
Aplicar	Realizar ou usar um procedimento numa situação determinada, utilizando conhecimento aprendido.	<ul style="list-style-type: none"> • Executar • Implementar
Compreender	Determinar o significado de conteúdos de comunicação escrita, oral e gráfica.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar • Exemplificar • Classificar • Sumarizar • Inferir • Comparar • Explicar
Lembrar	Recuperar conhecimento relevante da memória de longo termo.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer • Recordar

KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory into Practice*, Athens, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

Essa taxonomia tem uma natureza hierárquica de complexidade: as categorias na base do quadro são mais simples que as do topo. **Lembrar**, por exemplo, é um processo menos complexo do que **compreender**, que é, por sua vez, menos complexo do que **aplicar**, e assim por diante.

Essa é uma hierarquia flexível, na medida em que as categorias podem sobrepor-se umas às outras em complexidade, a depender do modo pelo qual o professor planeja sua prática pedagógica e as atividades dos estudantes em sala de aula (KRATHWOHL, 2002). Por exemplo, alguns processos cognitivos associados à **compreensão**, como explicar, podem ser cognitivamente mais complexos do que outros associados à **aplicação**, como a execução de uma tarefa, conforme o que for explicado e executado. De qualquer forma, objetivos que envolvem **análise**, **avaliação** e **criação** são especialmente importantes para que a educação dê conta dos propósitos de educar sujeitos capazes de participar com maior criticidade e autonomia da vida de suas comunidades e da sociedade em geral.

O quadro a seguir apresenta uma síntese das dimensões do conteúdo identificadas por Conrado e Nunes-Neto (2018) e os processos cognitivos incluídos na taxonomia revisada de Bloom (ANDERSON *et al.*, 2001). Também é uma ferramenta que pode mostrar-se útil para o planejamento dos projetos incluídos neste livro, assim como da prática pedagógica em geral.

Uma síntese das dimensões do conteúdo identificadas por Conrado e Nunes-Neto (2018) e os processos cognitivos incluídos na taxonomia revisada de Bloom (ANDERSON <i>et al.</i>, 2001)						
Dimensões dos conteúdos/ processos cognitivos	Lembrar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conceitual	do conceito de fluxo magnético	a teoria da força eletromotriz induzida	as leis de Faraday e de Lenz	a dependência das sociedades humanas da energia elétrica	as consequências ambientais da produção de energia elétrica	campanha de conscientização sobre os impactos ambientais do nosso consumo de energia elétrica
Procedimental	dos eletrodomésticos utilizados nas residências	as relações entre consumo de energia e a necessidade dos aparelhos	técnicas para mapear nos manuais as informações referentes ao consumo	as relações de custo/benefício (inclusive ambientais) do uso dos eletrodomésticos	a necessidade de cada aparelho e seus impactos	uma forma estruturada de tomada de decisão para a compra dos próximos eletrodomésticos
Atitudinal	de que nossas ações têm impacto no mundo	que tudo que consumimos tem uma pegada ambiental	as técnicas adequadas para interpretar as normas e legislações da produção de energia e suas implicações ambientais	as diferentes características das marcas e dos produtos e sua conformidade com as normas vigentes	a própria postura na hora de decidir consumir ou não um produto que demanda disponibilidade de energia elétrica	um comportamento vinculado aos impactos que nossa vida tem no mundo, o que nos faz querer consumir produtos de menor pegada ambiental

Avaliação

Segundo o senso comum, a avaliação corresponde a um conjunto de provas, trabalhos e tarefas que quantificam o conhecimento do estudante. Esse conjunto é usado como vínculo entre a escola e a família, já que não é raro, na sociedade contemporânea, que os responsáveis, imersos numa agenda apertada de compromissos, pouco conversem com os filhos sobre o que estão aprendendo, mas cobrem mensalmente o boletim, usado como instrumento de controle de sua atuação. Isso pode ocorrer também na relação entre professores e estudantes. A avaliação pode ser usada como uma forma de “punir” o estudante desinteressado ou que, de certo modo, não agiu de acordo com o esperado pelo professor durante o desenvolvimento das aulas e dos projetos escolares.

O processo avaliativo, contudo, vai muito além disso. Nas pesquisas acadêmicas, ele tem sido analisado e caracterizado com base em três processos, descritos a seguir.

Processo de avaliação classificatória

É a forma mais utilizada de avaliação. Coloca o ato de avaliar a serviço do sistema, da seleção; é o instrumento regulador das atividades escolares, das relações em sala de aula, promovendo a hierarquização e a classificação.

Essa concepção de avaliação valoriza formas e excelências, numa visão individualizada do estudante, e revela uma cultura de avaliação positivista. É programada para funcionar sem “erros”, já que não há espaço para dúvidas. Luckesi (2015) aponta as limitações das avaliações classificatórias, ressaltando seu caráter de verificação da aprendizagem, e não de avaliação da aprendizagem.



A avaliação classificatória tem o caráter de verificar a aprendizagem dos estudantes.

Processo de avaliação diagnóstica

É utilizado para realizar um diagnóstico com vistas a verificar se o grupo avaliado obteve êxito ou não, propiciando correções de rumos no processo de ensino e aprendizagem. Ou seja, pensar o processo avaliativo como uma metodologia diagnóstica é possibilitar que, por meio da avaliação, os professores conheçam o que os estudantes compreenderam ou não e possam empreender mudanças futuras nos métodos de ensino. No entanto, essa forma ainda não problematiza o que fazer com os estudantes que não aprenderam o “ensinado”.



A avaliação diagnóstica serve como um meio de o professor identificar carências no ensino.

Processo de avaliação formativa

É utilizado não apenas para acompanhar a aprendizagem do estudante mas também como um instrumento para auxiliar o docente. Nessa concepção, a avaliação representa o ponto de partida, o centro de uma série de interdependências com as interações nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que ensino-aprendizagem-avaliação são entendidos como três procedimentos interligados. Segundo Perrenoud (1999), a avaliação não é um fim em si; é uma engrenagem no funcionamento didático e, em termos globais,

nas orientações escolares. Para o autor, a avaliação formativa assume todo o seu sentido no âmbito de uma estratégia pedagógica de luta contra o fracasso e as desigualdades – que está longe de ser sempre executada com coerência e continuidade.

Avaliação do processo de aprendizagem

A avaliação do processo de aprendizagem é uma atividade sempre realizada. Seja por meio de testes escritos, provas orais ou práticas, a avaliação se faz presente no processo de ensino e aprendizagem. Sobre isso, Luckesi (2015) afirma que o processo avaliativo não pode ser entendido como uma atividade neutra e separada das visões de educação e de mundo dos educadores. O autor propõe que a avaliação precisa “ser colocada a serviço de uma pedagogia que entenda e esteja preocupada com a educação como mecanismo de transformação social”.

Quando pensamos na perspectiva de ensino por projetos trabalhada nesta unidade, podemos afirmar que o uso de avaliações do tipo “provas finais”, em que os estudantes depositam em um papel em branco o que lhes vêm à mente naquele momento, não parece ser a melhor forma de diagnosticar a aprendizagem.

Ao longo desta unidade, o uso de metodologias ativas e participativas, bem como o das dimensões conceituais, atitudinais e procedimentais, foi enfatizado como característica fundamental da proposta pedagógica deste material. Nesse sentido, retomando Luckesi, a avaliação utilizada nesse tipo de metodologia precisa dialogar com a abordagem pedagógica proposta e refletir de forma coerente sobre ela.



FG Trade/Stockphoto.com

A avaliação formativa toma a avaliação como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem.

Ampliando

Para se aprofundar nesse assunto, indicamos a obra *Educação, avaliação qualitativa e inovação – I*, de Luckesi (2019), em que ele aborda a avaliação considerando a perspectiva de que o ato de avaliar não se inova de forma direta, mas por meio de professores e gestores. Além disso, o autor também trata das avaliações seguindo a dimensão intuitiva e o rigor metodológico.

Vozes

Cipriano Carlos Luckesi é teólogo, filósofo e educador, além de professor aposentado da Faculdade de Filosofia da Universidade Federal da Bahia, onde lecionou por 31 anos. Ao longo de sua carreira, dedicou-se principalmente à área da educação, nas subáreas da filosofia da educação, teoria do ensino, educação e ludicidade, didática e avaliação da aprendizagem escolar. Com o tempo, esta última se tornou a especialização de Luckesi. Ele defende que a avaliação do processo de aprendizagem escolar, enquanto atividade que reflete compreensões sobre a prática social, deve ser feita com a consciência de que está a serviço de um modelo de sociedade e de educação.

Capa do livro *Avaliação da aprendizagem escolar*, de Carlos Luckesi.



Cortez Editora

Como tem ocorrido o processo avaliativo nas escolas?

As propostas curriculares da BNCC dão grande importância ao processo avaliativo, reiterando que ele deve ser contínuo, personalizado e formativo. Os documentos concebem a avaliação como mais um elemento do processo de ensino e aprendizagem. Porém, é comum encontrar nas escolas a concepção do senso comum.

Dessa forma, visando resgatar o processo formativo nas propostas avaliativas, é importante que as avaliações procurem:

- conhecer melhor o estudante e suas concepções acerca do conteúdo a ser trabalhado;
- constatar o que está sendo aprendido (o professor recolhe informações, de forma contínua e por meio de diversos procedimentos metodológicos, e julga o grau de aprendizagem, ora em relação a toda a turma, ora em relação a um estudante em particular);
- adequar o processo de ensino (tomar decisões e efetuar mudanças de rumos quando necessário);
- julgar globalmente um processo de ensino e aprendizagem – ao término de determinada unidade, por exemplo, o professor faz uma análise e uma reflexão sobre o sucesso alcançado em função dos objetivos previstos e, depois, os revê de acordo com os resultados apresentados.

Segundo Perrenoud (1999), alterar a avaliação não é um processo isolado, e sim um conjunto de mudanças simultâneas, considerando os vários participantes do processo avaliativo e as perspectivas diferenciadas e consolidadas sobre o que é e qual é sua função. Uma prática diferenciada de avaliação requer uma pedagogia diferenciada em sala de aula. A avaliação está inserida em outro campo muito maior, que é o processo de ensino-aprendizagem. E esse processo não é linear, ele deve ter ajustes permanentes.

A avaliação formativa amplia a perspectiva do que é ensinar e aprender Ciências. Devemos ter em vista que aprender Ciências é mais do que dominar os conteúdos conceituais de maneira isolada. É necessário ampliar a forma de conceber o conteúdo escolar, concluindo que a avaliação deve focar também as dimensões procedimentais e atitudinais.

As avaliações precisam considerar as outras dimensões do conhecimento (por exemplo, a dimensão histórica, as aplicações dos conhecimentos científicos no entendimento da tecnologia e o papel da ciência na sociedade atual). Além disso, devemos levar em conta que as competências no uso dos conceitos são tão importantes quanto o domínio dos conceitos em si. As competências e habilidades que os estudantes adquirirão são o que lhes permite enfrentar os problemas de ordem complexa que investigam. Por exemplo, saber definir as características de um animal ou uma planta é necessário, porém mais relevante é saber como usar essas características para explicar o desequilíbrio de um ecossistema. Conhecer o princípio da conservação da energia é também importante, mas melhor ainda é saber usar tal princípio no entendimento da matriz energética brasileira.

Deve-se ser capaz de balancear, em uma avaliação, os diversos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e a competência de utilizá-los em situações-problema. Tal problematização é um convite à reflexão do que se entende por processos avaliativos e de quando e por que se avalia a aprendizagem das ciências na escola.

A avaliação é parte do processo de ensino-aprendizagem, que não é linear e, por isso, deve ter ajustes permanentes.

Vivência

1

Produção de instrumentos de avaliação

Com os colegas da área de Ciências da Natureza, elejam uma habilidade dessa área presente na BNCC e especifiquem um conteúdo escolar. É importante que o conteúdo escolar a ser aprendido pelos estudantes abarque as três dimensões do conteúdo: conceitual, atitudinal e procedimental.

Elaborem um plano de aula, que pode envolver uma ou mais aulas (este conteúdo pode ser parte do currículo ou não), contendo os seguintes itens:

- objetivos;
- conteúdo escolar;
- proposta de avaliação formativa;
- instrumentos a serem usados na avaliação.

O importante é preparar instrumentos avaliativos que possibilitem analisar o processo de ensino-aprendizagem sugerindo um contexto.

Justifique por que a avaliação proposta reveste-se de caráter formativo.

✓ **Dimensão:** 4.

Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: cerca de 3 horas.

Metodologia de ensino por projetos e produção de conhecimentos interdisciplinares

A introdução da abordagem interdisciplinar fundamenta-se na constatação de que o ensino disciplinar tem levado a impasses quando se considera a educação para a cidadania. Muitas vezes, o ensino disciplinar não propicia a aplicação dos conhecimentos aprendidos na escola em situações do dia a dia, por serem simplificações e idealizações do mundo real. Por isso, a escola tem sofrido a crítica constante de não ser capaz de apreender o mundo cotidiano dos estudantes.

O ensino por projetos tem sido uma estratégia de ensino capaz de envolver os conhecimentos num quadro epistemológico mais amplo, no qual os problemas e as necessidades ligados ao universo de vivência dos estudantes podem ser contemplados de maneira mais direta.

A metodologia de projetos é uma das chamadas metodologias ativas, que se contrapuseram, desde o final do século XX, às metodologias dominantes na escola, de caráter passivo, por serem centradas no professor, na sua exposição dos assuntos e na intenção de transmitir conhecimentos aos estudantes (por isso, também chamadas “transmissivas”). Essas metodologias são ditas “passivas” por restringirem os estudantes a um papel passivo de espectador da aula, cabendo-lhes exclusiva ou principalmente absorver os conhecimentos subsequentemente transmitidos pelo professor e, posteriormente, serem avaliados em algum processo de medida, tipicamente na forma de testes ou provas.

Por vezes, essas metodologias são também chamadas de “tradicionais”, mas esse é um termo bem menos informativo do que “passivas” ou “transmissivas”. Essas palavras expressam melhor o que constituiria um bom ensino por essa perspectiva, a saber: ministrar uma aula bem organizada, que revele a lógica do assunto abordado e favoreça a absorção pelos estudantes do conhecimento que estaria sendo transmitido. O fato de que muitos professores ainda hoje entendem essas características como marcas da boa prática pedagógica mostra a influência persistente das metodologias passivas.

Metodologias ativas, em contraste, conferem ao estudante e à sua atividade papéis centrais no processo de ensino e aprendizagem. Elas se alinham a visões construtivistas, que, em termos gerais, consideram ser fundamental o papel ativo do estudante na construção de seus conhecimentos, em particular abarcando as dimensões procedimental e atitudinal apresentadas anteriormente.

A metodologia de projetos é uma das várias metodologias ativas disponíveis, tendo se originado na chamada Nova Escola Britânica – que, a partir dos anos 1890, espalhou-se da Grã-Bretanha para o resto do mundo, ganhando substancial apoio de uma visão filosófica que emergiu nos Estados Unidos no final do século XIX, o **pragmatismo**. Isso porque vários pragmatistas, com base em sua posição filosófica, reagiram às metodologias de ensino passivas e centradas no professor.

Entre as várias teorias pragmatistas, essa metodologia tem suas origens, em particular, na filosofia do estadunidense John Dewey (1859-1952), presente em sua obra *Democracy and Education*, de 1916. Essa metodologia chegou ao Brasil no movimento que aqui foi chamado de “escola nova”, ou escolanovismo, com participação importante de reformadores educacionais como Anísio Teixeira (1900-1971) (NUNES, 2001).

O foco da metodologia de projetos está na abordagem sistematizada de situações-problema retiradas do cotidiano, em especial daquelas que incorporam dimensões sociais, econômicas, culturais e que se revestem de dilemas éticos ou decisões para as quais não há uma única e definitiva resposta.

Metodologias ativas se alinham a visões construtivistas, conferindo ao estudante e à sua atividade papéis centrais no processo de ensino e aprendizagem.

Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)

A metodologia de projetos apresentada nesta obra é denominada **Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)**. Proposta por Gérard Fourez (1994) e desenvolvida inicialmente em escolas na Bélgica, vem sendo usada em vários países, entre eles Argentina e Brasil. Nessa concepção, assume-se que os estudantes invistam na construção de um modelo interdisciplinar adequado para ser uma resposta à situação-problema. A construção de uma representação interdisciplinar possibilita compreender as situações, a tecnologia, os dilemas e questões de natureza ética a fim de entender noções que nos cercam e nos levar a agir diante delas. Assim, a noção de IIR refere-se a uma situação-problema de natureza socio-científica para a qual os estudantes devem construir uma representação interdisciplinar que seja uma resposta negociada a ela.

A metodologia de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade promove a integração de saberes de várias disciplinas a fim de oferecer uma resposta a uma situação-problema.



Shutterstock.com/Oxy_gen

A construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como prática didático-pedagógica implica cruzar saberes provenientes de muitas disciplinas e outros conhecimentos da vida cotidiana. Seu valor e sua eficiência estão vinculados à capacidade de construir uma representação que contribua para a solução de um problema preciso. Assim, podemos dizer que uma IIR apoia-se na construção de modelos visando a solução de problemas de perfil sociocientífico, mas que não se restringe apenas à sua dimensão técnica, ou seja, de resumir-se a produzir um produto como possível resposta ao problema. Para tanto, as etapas propostas na metodologia de IIR exigem o exercício contínuo de busca de conhecimentos, a identificação dos conflitos e tensões gerados pela procura da solução e um processo contínuo de avaliação e tomada de decisão.

O que é importante nessa maneira de ver é que a teorização se faz em função de situações-problema, e não em função de um conhecimento predefinido. É interessante notar que, ao adotar as questões sociocientíficas como ponto de partida, deixa-se de ter o mundo disciplinar da ciência como referência absoluta para o conhecimento a ser ensinado. Essa nova estrutura criada em torno do problema a resolver poderá, se bem trabalhada, diminuir os efeitos da fragmentação do conhecimento vinculada ao ensino disciplinar. Oferecer aos estudantes a oportunidade de construir Ilhas de Racionalidade é essencial para a formação autônoma da cidadania na sociedade.

Na definição das situações-problema de natureza sociocientíficas, vale destacar duas categorias que geram projetos de perfis diferentes.

- **Situações-problema de natureza utilitária:** por exemplo, um projeto cujo problema seja a instalação elétrica de uma casa.
- **Situações-problema de natureza cultural:** por exemplo, um projeto cujo problema seja saber o papel da água na civilização humana em vários momentos da sua história.

Ambas as situações-problema requerem uma abordagem que, para ser significativa para os estudantes, deve incorporar diferentes áreas do conhecimento, integradas numa representação de mundo que seja uma resposta aproximada – mas significativa – para a vida em sociedade.

Embora seja fácil constatar que o conhecimento disciplinar é incapaz de abarcar a complexidade do mundo, as alternativas não disciplinares trazem consigo problemas de outros tipos. Primeiramente, é preciso estar consciente de que, no ensino por projetos, deve-se lidar com situações não previamente delimitadas por fronteiras epistemológicas bem definidas, em que a tomada de decisão é um exercício constante que faz com que as soluções obtidas estejam sempre vinculadas ao local e ao momento em que as decisões foram tomadas.

O desenvolvimento de práticas interdisciplinares em sala de aula realiza-se em etapas, as quais não são rígidas (SANTOMÉ, 1998). No entanto, elas cumprem objetivos básicos descritos por Klein (SANTOMÉ, 1998), como: definição do problema; estudos e pesquisas a serem empreendidos; avaliação; adequação e relevância das respostas obtidas.

É necessário enfatizar que, numa metodologia de ensino por projeto, as decisões e os encaminhamentos do processo de sua realização pertencem prioritariamente ao grupo de estudantes participantes. Isso delega ao professor o papel de coordenador/orientador das atividades desenvolvidas pelo grupo, contrastando com o que ele faz normalmente no ensino disciplinar de Física.

A construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade é uma grande oportunidade para a formação autônoma da cidadania na sociedade.

Estrutura dos projetos interdisciplinares

A seguir, apresentamos as etapas previstas na metodologia de ensino por projetos aqui utilizada, a construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade.

Etapa	Descrição
0	Definição da situação-problema
1	Sondagem inicial
2	Panorama de investigação
3	Consulta a especialistas e especialidades
4	Prática/saída de campo
5	Investigação disciplinar
6	Organização dos conhecimentos
7	Elaboração do produto
8	Divulgação e avaliação

Etapa 0 – Definição da situação-problema

No ensino por projeto, o problema a ser resolvido é o ponto de partida e balizador de todas as atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. Todas as decisões e ações implementadas têm o objetivo de responder satisfatoriamente ao problema proposto. O professor deve ser capaz de apresentar ao grupo a importância da situação-problema e seu impacto na vida das pessoas e/ou na sociedade em geral.

Embora a maioria dos problemas presentes no cotidiano seja tema recorrente e de domínio público, muitas vezes os estudantes nunca tiveram a chance de parar para refletir sobre eles em sua vida e no cotidiano da comunidade.

Sensibilização

Sensibilizar é trazer a atenção dos estudantes para o assunto do projeto. Isso pode ser feito por meio de uma reportagem jornalística, uma exposição oral ou um trecho de filme, por exemplo. É importante sensibilizar os estudantes para a situação de forma consistente.

Para atingir esse objetivo, atividades podem ser desenvolvidas por um ou mais professores. Se o professor estiver realizando esse projeto sozinho, poderá optar por desenvolver algumas atividades ao longo das aulas de sua disciplina como forma de sensibilização. No entanto, na maioria dos casos, uma atividade de sensibilização cumpre bem a tarefa de conscientizar os estudantes da relevância da situação-problema em foco.

Situação-problema

A sensibilização levantará vários aspectos ligados à situação-problema enfocada. Embora todos os aspectos sejam importantes, não é possível abordar todos eles no projeto. O professor, como coordenador da equipe, deve expor esse ponto e, em seguida, encaminhar a apresentação da situação-problema adotada no projeto. Ainda que a situação-problema possa ser originada dentro do próprio grupo de estudantes, a experiência tem mostrado que escolher bem uma situação-problema e apresentá-la como uma demanda externa costuma ser mais efetivo na simulação dos problemas enfrentados na vida em sociedade.

Para que o projeto e o contexto sejam claramente definidos é recomendável que a situação-problema seja expressa por meio de uma questão ou pela descrição da situação da maneira mais precisa possível. Ao lançar uma situação-problema na forma de uma questão, limitamos seu contexto problemático. Então, o objetivo a ser perseguido pelo grupo será o de responder à questão proposta. As etapas que se seguirão ao projeto serão todas guiadas pela busca de resposta à situação-problema. A resposta deverá ser dada em termos de um produto que poderá ser definido pelo professor ou decidido em conjunto pelo grupo.

Produto

O produto auxilia o encaminhamento do projeto, por isso é interessante que seja definido no início, se possível antes da etapa 1, mas é aceitável que venha a ser definido posteriormente.

Cartilhas, cartazes, *sites* na internet, peças de teatro, filmes, *podcasts*, modelos, campanhas publicitárias etc. são *exemplos* de produtos numa IIR. Ao escolher o(s) produto(s), é importante discutir com os estudantes a relevância dele como solução para o problema.

O produto deve ser adequado a seu público-alvo. Se o produto for uma cartilha, o público-alvo definirá a linguagem e o conteúdo usados em sua elaboração.

Tempo

O tempo é um limitador importante na execução de um projeto. É necessário que o professor anuncie à turma o tempo disponível para se chegar ao produto do projeto. Os estudantes deverão administrar o tempo, o que implicará fazer escolhas nem

sempre fáceis, como gastar mais tempo pesquisando um assunto para entendê-lo melhor, porém deixar de pesquisar outros temas. Esse ponto é fundamental, pois a autonomia pressupõe a capacidade de tomar decisões. Em geral, um projeto pode ocupar algumas semanas ou até meses.

Vivência 2

Definição de situação-problema para o desenvolvimento de uma IIR

O objetivo desta atividade é a caracterização de uma proposta de projeto interdisciplinar. Convide colegas da área de Ciências da Natureza ou outros professores de Física e, juntos, proponham a caracterização de um projeto de IIR descrevendo:

- **Características de desenvolvimento do projeto:**
 - título do projeto;
 - contexto;
 - sensibilização;
 - situação-problema;
 - produto(s) a ser(em) obtido(s);
 - tempo;
 - público-alvo.
- **Características didático-pedagógicas do projeto:**
 - justificativa de termos da pertinência do problema e da adequação no contexto escolar;
 - competências e habilidades desenvolvidas;
 - conteúdos de Física potencialmente conectados com o projeto;
 - conteúdos de outras áreas potencialmente conectados com o projeto.

Dimensões: 2 e 3.

Material: lápis, papel e computador ou celular com acesso à internet.

Tempo: cerca de 2 horas.

Avaliação de situações-problema

A atividade realizada anteriormente pode ser avaliada por colegas que não participaram de sua elaboração. Cada professor deverá avaliar a proposta usando os instrumentos sugeridos a seguir.

Com notas de 1 (pior) a 5 (melhor) e uma avaliação qualitativa, peça que analisem as propostas de situações-problema de acordo com os quesitos que se seguem. Avalie você também o projeto de seus colegas.

		Coerência	Precisão	Veracidade	
Estrutural	Conjunto	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	Problema	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	Contexto	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	Produto	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
	Tempo	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	
Avaliação qualitativa (por escrito)					
Pedagógico	Potencial formativo		Executabilidade		
	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
	Avaliação qualitativa (por escrito)				

Etapa 1 – Sondagem inicial

Também chamada de *brainstorm* (tempestade de ideias), esta etapa é o ponto de partida para que o grupo entenda a situação apresentada – quando os estudantes podem expressar suas ideias iniciais sobre o problema de forma espontânea. Muitas questões poderão ser levantadas, sem a necessidade de que sejam formuladas respostas adequadas. Como se trata de uma fase inicial investigativa, diversas respostas incluirão prejulgamentos baseados em experiências cotidianas.

Deve-se apresentar o problema em foco e perguntar aos estudantes o que é preciso saber/conhecer para fornecer uma resposta satisfatória. Essa etapa pode também ser complementada com uma exposição feita por um técnico ou a apresentação de planilhas e/ou tabelas com dados sobre a situação estudada.

É desejável que os estudantes se manifestem por meio de questões, pois isso indicará claramente a necessidade de buscar novos conhecimentos a fim de solucionar o problema proposto. Por exemplo, se o problema proposto fosse o consumo de água na escola, os seguintes questionamentos poderiam aparecer durante a discussão inicial:

- Qual é o gasto de água na escola?
- Como é gasta a água na escola?
- De onde vem a água consumida na escola?
- Quais são os usos que se faz da água na escola?
- Onde é estocada a água na escola?
- Como é distribuída a água na escola?
- Quais são os equipamentos hidráulicos do sistema?
- Existem vazamentos no sistema hidráulico da escola?
- Existem fontes alternativas de água?
- Qual é o custo da água usada na escola?
- As pessoas utilizam a água de maneira eficiente na escola?
- Existem normas para o consumo ideal de água por indivíduo?
- Qual é a qualidade da água consumida na escola?
- É possível reutilizar a água na escola?
- Existem equipamentos que reduzem o consumo de água?

Nessa etapa, é bom distinguir fatos (dados, situações ocorridas) de suposições, julgamentos de valor e opiniões pessoais, os quais são objetos de debates.

Normalmente, as questões propostas na sondagem inicial são muito amplas e abrangentes, e não é possível – nem desejável – que todas sejam investigadas. As fases seguintes destinam-se a limitar a abrangência e a precisar o projeto.

Etapa 2 – Panorama de investigação

É a etapa que refina o que foi pensado na sondagem inicial. Nela serão definidas as questões mais relevantes para o projeto, ainda sem apelar para especialistas ou pesquisas específicas. É importante que o professor auxilie na delimitação das questões vinculadas ao projeto.

Essa etapa é constituída das ações descritas a seguir.

- **Listagem dos atores** – relação das pessoas diretamente atingidas pela situação-problema proposta.
- **Pesquisa de normas/hábitos/valores** – listagem de normas, valores e hábitos relacionados à situação-problema.
- **Listagem dos conflitos de interesse e das tensões** – nessa etapa é necessário investigar os conflitos de interesse, relacionando todos os atores envolvidos no problema. É importante ressaltar que os verdadeiros

problemas não têm uma solução plenamente satisfatória, definitiva e consensual, portanto é preciso levantar vantagens, desvantagens, custos e benefícios envolvidos. Um exemplo é o contraste entre os desejos e o custo, entre o uso e a preservação, ou entre valores sociais e econômicos. Isso permite refletir sobre a problemática analisada de modo mais aprofundado e consciente.

- **Listagem de caixas-pretas ligadas à situação** – é a delimitação dos temas levantados durante as etapas anteriores e que deverão ser investigados. Nessa fase, os novos temas, ou caixas-pretas, são apenas listados. A escolha das caixas que serão abertas dependerá do encaminhamento do projeto.
- **Organização conceitual do problema** – é a etapa de elaboração de um organograma preliminar que contenha os grandes temas e necessidades do projeto. Esse procedimento ajuda a definir prioridades e determinar o perfil do produto final.
- **Listagem de especialidades pertinentes** – lista de especialistas e/ou especialidades que se relacionam com o projeto e poderão ser consultados posteriormente. Especialistas podem ser pessoas que tenham conhecimento prático do assunto.

Etapa 3 – Consulta a especialistas e especialidades

Nas etapas anteriores, é desejável que as atividades sejam feitas coletivamente. A partir daqui, o ideal é organizar os estudantes em equipes para cumprir as tarefas propostas.

Essa etapa trata da busca de conhecimento capaz de esclarecer determinado assunto envolvido na situação por meio de consulta a especialistas ou ao conhecimento por eles produzido. É a equipe do projeto que definirá quais dos especialistas listados na etapa anterior serão consultados. Tal consulta possibilitará balizar a escolha das caixas-pretas que serão abertas, ou seja, do aprofundamento conceitual de certos temas.

Os professores das diversas disciplinas da escola são especialistas em suas áreas de conhecimento, mas, em geral, as demandas do projeto extrapolam suas respectivas competências. É preciso, então, que o grupo selecione quais especialistas listados deverão ser consultados.

Muitas vezes, não é necessário consultar pessoas, e sim buscar apenas o conhecimento ligado às especialidades. Por exemplo, no caso de se desejar entender como a água pode prejudicar a saúde, é possível optar por consultar um médico sanitário ou a legislação, livros, sites e outras documentações relacionadas ao tema.

Depois da consulta, a equipe deve debater e decidir quais os assuntos mais importantes e que merecerão ser objeto de estudo posterior. Essa consulta propiciará a definição das caixas-pretas a serem abertas na etapa seguinte.

Etapa 4 – Prática/saída de campo

É uma etapa de aprofundamento, definido pelo projeto e pela equipe, na qual ocorre o confronto entre o estudo teórico e as situações concretas. Além de pensar nos aspectos da situação, é enriquecedor confrontá-la diretamente com a prática. Essa etapa pode ser efetuada de várias maneiras: entrevistando pessoas, desmontando equipamentos, visitando locais como estações, fábricas, dependências da escola, a depender da temática do projeto. É necessário realizar um levantamento de dados por meio de fotografias e vídeos, preços etc.

Etapa 5 – Investigação disciplinar

É o momento para tratar de conteúdos específicos das disciplinas (Física, Biologia e Química mas também Matemática, História, Português etc.). Essa etapa é caracterizada pelo estudo aprofundado de um determinado assunto. Isso deve acontecer com a orientação de professores, de Física ou não.

Essa etapa pode ser enriquecida ao envolver os estudantes em pesquisas direcionadas e na realização de pequenos trabalhos como experimentos, apresentações, redação de textos etc.

O professor deve selecionar conteúdos que levem ao estudo de noções importantes de natureza técnico-científico-cultural relacionadas a pontos específicos do projeto. Não se deve esquecer que estamos produzindo uma representação interdisciplinar dentro de uma estrutura escolar que se organiza em disciplinas. Portanto, devemos abrir caixas-pretas que privilegiem questões ligadas a elas.

Etapa 6 – Organização dos conhecimentos

Essa etapa consiste na elaboração de uma síntese, com base nas informações e nos estudos realizados, que indique os aspectos importantes escolhidos pelo grupo. A esquematização pode ser feita por meio de um resumo, de um esquema, de uma série de itens, de uma figura, de um mapa de ideias etc.

Etapa 7 – Elaboração do produto

É nessa etapa que se produz o produto solicitado. É importante que o professor exponha ao grupo a necessidade de um roteiro de elaboração para organizar o trabalho. Esse roteiro deve ter, no mínimo, as seguintes partes:

- características do produto – no caso de ser uma cartilha, por exemplo, o número de páginas, o tipo de linguagem, o índice, se será colorida ou não, ilustrada ou não etc.;
- tarefas – redação, ilustração, diagramação, revisão, impressão, distribuição;
- equipes responsáveis pelas tarefas;
- cronograma.

Etapa 8 – Divulgação e avaliação

Um produto elaborado em um projeto corre o risco de não ser visto ou de ser rapidamente esquecido caso não tenha nenhum tipo de divulgação. Imagine uma prefeitura que, durante mais de um ano, envolve seus funcionários na produção de uma cartilha informativa e, ao concluí-la, não a divulga para a população. Ou uma ONG que elabora um relatório do qual ninguém tome conhecimento. Sem um processo de divulgação, o sentido do produto esvazia-se. Assim, essa etapa do projeto é muito mais que embelezamento ou perfumaria: é o momento no qual o produto ganha sentido para a comunidade na qual vai circular.

Em diversos ambientes institucionais, como empresas, prefeituras ou organizações não governamentais, os projetos desenvolvidos para que alguma demanda da sociedade seja considerada são lançados em algum tipo de evento. É feita a escolha de hora e local para que as pessoas possam apreciar, com o devido foco e detalhamento, a produção recém-concluída.

Por isso, um evento de lançamento de um produto tem várias funções: os executores do projeto podem ter seu trabalho reconhecido e enaltecido; a instituição envolvida tem a oportunidade de reforçar sua razão de ser dentro da sociedade; e a sociedade pode entender com mais profundidade o que é o produto e de que contexto veio o empenho para sua elaboração e confecção.

Como estamos lidando com um projeto dentro do ambiente escolar, o evento de lançamento pode ser realizado em uma aula, no horário do intervalo, em uma semana temática ou em outro evento especial, como um almoço de fim de semana no entorno escolar ou em outro lugar. Não há maneira correta para lançar e divulgar um produto. E, em um ano no qual mais de um projeto venha a ser desenvolvido com sua turma, você pode elencar diferentes formas de lançamento e de divulgação dos produtos.

Eventos feitos no entorno escolar que incluam familiares e amigos dos estudantes têm potencial de mobilização da comunidade exterior à escola. Já as semanas temáticas, dentro da escola, mobilizam a comunidade interna a seus muros. A escolha dependerá do problema inicial e do tipo de produto lançado.



O projeto ganha sentido quando seu produto atinge o público.

Contudo, o lançamento é apenas o pontapé inicial. Um produto que engaje as pessoas sistematicamente é mostrado mais de uma vez a seus potenciais usuários. Então, para além do evento, você pode propor à sua turma a realização de grupos de discussão, convidando estudantes de outras séries para conversas ou debates. Isso torna a divulgação do produto também um momento de avaliação, ao oferecer a perspectiva dos estudantes que não desenvolveram o projeto, mas que são usuários do produto. Esse tipo de retorno é algo que ajuda os estudantes a tomar consciência do que fizeram, de modo que possam avaliar como as decisões e as realizações resultaram naquele produto. Dessa forma, a etapa 8 é também um momento importante para trabalhar a avaliação e a autoavaliação, como trataremos a seguir.

Avaliação numa metodologia de projetos

A metodologia de ensino por projetos interdisciplinares exige etapas de avaliação processual, que incorporem o acompanhamento da *performance* dos estudantes na execução das várias etapas do projeto, e reflexiva, na qual os estudantes também se autoavaliam, além de serem avaliados pelo professor.

Desenvolvemos essa discussão nas unidades anteriores e, agora, oferecemos sugestões de instrumentos capazes de promover o acompanhamento de todas as dimensões do conteúdo escolar na versão ampliada (conceitual, procedimental e atitudinal) e das competências e habilidades previstas na BNCC.

Um primeiro ponto a mencionar quanto à avaliação numa metodologia de projetos é a importância de o professor estar atento ao fato de que é necessário que os estudantes dediquem tempo ao projeto, tanto na sala de aula quanto fora dela, sendo importante planejar o uso do tempo escolar e a avaliação levando em conta esse aspecto. Uma estratégia interessante é considerar as várias atividades realizadas pelos estudantes ao longo do projeto como parte da avaliação, bem como os relatórios sobre os projetos e as ações desenvolvidas, assim como outros modos de documentação das iniciativas usadas pelos estudantes (vídeos, fotografias, entrevistas, desenhos, cartazes etc.).

De maneira consistente com o que foi discutido, a avaliação não deve, ao longo dos projetos, focar somente as dimensões conceituais dos conteúdos mas também as dimensões procedimentais e atitudinais. Diante do problema que estão investigando e dos conhecimentos que mobilizam, são igualmente importantes os conceitos que os estudantes aprendem, os procedimentos e as habilidades que passam a dominar, as competências que adquirem e as atitudes que constroem.

Uma metodologia de projetos é mais compatível com a avaliação formativa, por meio da qual é possível acompanhar a *performance* e a aprendizagem dos estudantes ao longo das várias etapas do projeto. Essa metodologia também é mais compatível com uma avaliação que abrange uma dimensão reflexiva e metacognitiva. A metacognição diz respeito ao engajamento de uma pessoa na atividade de pensar sobre seu próprio pensamento. De maneira mais detalhada, essa atividade envolve o uso de processos para planejar, monitorar e avaliar a própria *performance* e a construção de um entendimento do que se está aprendendo. A metacognição favorece a aquisição

São igualmente importantes os conceitos que os estudantes aprendem, os procedimentos e as habilidades que passam a dominar, as competências que adquirem e as atitudes que constroem.

pelo estudante de uma consciência crítica sobre seu próprio pensamento e aprendizagem, assim como sobre si mesmo como aprendiz e ser pensante (incluindo, assim, uma dimensão de autoconhecimento).

Num estudo realizado pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, intitulado “Como as pessoas aprendem” (*How people learn*), uma das principais conclusões foi a de que práticas metacognitivas mostram-se muito efetivas nos processos educacionais (BRANSFORD; BROWN; COCKING, 2000, p. 18). Isso porque elas aumentam as capacidades dos estudantes de adaptar seu modo de aprender a novos contextos e tarefas, tornando-se mais atentos não apenas aos conteúdos em suas dimensões conceituais mas também às atividades, aos contextos e às atitudes pertinentes a diferentes situações de aprendizagem e a eles próprios como aprendizes imersos nelas, ou seja, também a dimensões procedimentais e atitudinais relacionadas à aprendizagem.

Uma maneira bastante eficaz de promover práticas metacognitivas ao longo do projeto é incluir na avaliação processos de autoavaliação, pelos próprios estudantes, além da usual avaliação do professor. Dessa forma, eles são sistematicamente provocados a refletir sobre si mesmos como aprendizes, sobre seus processos de pensamento, sobre os procedimentos que utilizam na busca de informações e na aprendizagem.

Autoavaliação e tomada de consciência da aprendizagem ao final do projeto

Após a realização e divulgação do produto, o professor deve propiciar a avaliação da atividade. Ou seja, é fundamental que os estudantes tomem consciência do que aprenderam com a realização do projeto. E essa aprendizagem deve ser entendida muito mais em termos de competências e habilidades do que de conteúdos. Para isso, é necessário propor basicamente quatro questões ao grupo:

- O que estudamos nos habilitou a entender nosso mundo e a intervir nele?
- Ganhamos mais autonomia diante dos desafios do mundo contemporâneo?
- Os conhecimentos estudados melhoraram nossa capacidade de tomar decisões em relação a questões ligadas à situação-problema proposta?
- O desenvolvimento do projeto propiciou melhor compreensão do mundo e de nossa história, ao incrementar as possibilidades de comunicação com os outros indivíduos?

Essas questões genéricas devem ser avaliadas pelo grupo considerando a situação-problema trabalhada. De forma mais específica, seria interessante realizar um balanço com a turma a fim de avaliar se o produto obtido poderá contribuir para a solução do problema focado.

Em termos formais, o professor pode pedir aos estudantes que produzam uma avaliação sobre o projeto, dando um conceito para o trabalho coletivo e um conceito para sua participação individual. Todas as etapas de elaboração do projeto também podem ser utilizadas como fontes de avaliação. As atividades por projeto são uma ocasião para o exercício da avaliação continuada.

Avaliação durante uma IRR

No desenvolvimento de um projeto, a avaliação ganha contornos diferentes, estando a serviço do acompanhamento dos integrantes das equipes e da reflexão dos estudantes sobre sua própria atuação no processo.

Assim, é preferível avaliar de maneira qualitativa os elementos de desenvolvimento do produto e de *performance* dos estudantes ao confeccioná-lo. Uma das formas de organizar a avaliação é a construção de uma escala de qualidade, ou escala de desempenho, que pode ser dividida em cinco níveis, como no exemplo ao lado.



Exemplo de avaliação com graus de satisfação.

Shutterstock.com/YourElechka

Ao optar por utilizar graus de satisfação em vez de notas, a vantagem é não gerar pressão por alcance de um valor, o que permite que o estudante foque na cooperação com seus pares da equipe e que possa maximizar sua experiência de confecção e entrega do produto. Desse modo, sugere-se que a avaliação tenha uma ficha.

Ficha de avaliação do produto obtido no projeto interdisciplinar

As fichas de avaliação são formas simplificadas de avaliação do processo desenvolvido pelos estudantes na IIR. Trata-se de quadros de autoavaliação a serem preenchidos pelos próprios estudantes ao término do processo.

Ficha de avaliação da IIR				
	Coerência	Precisão	Veracidade	Rigor científico
Escolha do roteiro				
Contexto				
Articulação das diferentes ciências				
Exemplos utilizados				
Apelo à sensibilização				

Shutterstock.com/YourElechka

Para saber mais

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.


No livro, o autor afirma que o êxito e o fracasso são realidades construídas socialmente. Considerando a complexidade dos problemas relacionados à avaliação e os antagonismos inerentes a ela, Perrenoud apresenta a avaliação formativa como instrumento desenvolvido pela regulação com o objetivo de examinar os processos da aprendizagem, para progredi-la ou redirecioná-la.

Projetos didáticos interdisciplinares

Parametrização de vivências interdisciplinares

A proposta metodológica de elaboração de projetos, apresentada na unidade anterior, é aqui trabalhada de forma prática. São exemplos factíveis em que os projetos são divididos em etapas, cada uma das quais seguindo uma estrutura organizacional própria.

Desse modo, as instruções apresentadas devem ser entendidas como exemplos de encaminhamentos que podem auxiliar no desenvolvimento do projeto. Ou seja, **o professor não deve assumir as sugestões a seguir como tópicos de aulas expositivas**. O que se pretende com as sugestões é fornecer ferramentas que ajudem a orientar o trabalho com os estudantes.



As atuais propostas que fomentam um trabalho docente permeável e colaborativo buscam tomar o lugar de ações individuais pouco efetivas e incapazes de responder às necessidades educativas de hoje.

A autonomia é um objetivo importante na execução dos projetos. Para tanto, o professor deve evitar se antecipar ao grupo, definindo encaminhamentos em demasia. Isso restringiria a ação dos estudantes, reduzindo o caráter ativo das estratégias metodológicas e impedindo o exercício da autonomia.

De modo geral, ensinar por projetos interdisciplinares envolve expandir os horizontes da ação didático-pedagógica. Indo além das disciplinas das outras áreas que fazem parte da formação do estudante do Ensino Médio, o professor adentra áreas de profissionais que já trabalham de maneira não disciplinar, como engenheiros, médicos, farmacêuticos, geólogos e jornalistas.

Em muitos casos, as parcerias com os colegas professores da escola serão facilmente estabelecidas e o projeto ganhará um contorno de trabalho coletivo na escola. Em outros casos, essas parcerias serão mais difíceis de serem implementadas, e o professor de Física contará com apoios pontuais de colegas da escola. É fortemente recomendável que, em todos os cenários de trabalhos dos docentes, os jovens possam definir e encontrar meios de receber a colaboração de especialistas, como definido na apresentação da metodologia feita na unidade

anterior. Assim, cada etapa será caracterizada em seu aspecto metodológico e em relação à situação-problema.

Para evitar um detalhamento teórico muito longo, optamos por apresentar cada etapa da metodologia de atividade por projeto, centradas em duas situações-problema: uma de natureza **cultural**, vinculada a práticas, normas e produtos que caracterizam a realidade social; e outra de natureza **utilitarista**, mais associada à elaboração de aplicações para solucionar um problema socialmente relevante. No projeto de natureza cultural, exploraremos o cinema, parte de sua história, suas formas de produção e sua influência na sociedade. Já no projeto de natureza utilitarista, exploramos a questão das mudanças climáticas, em particular, o aquecimento global.

Os temas propostos nos projetos a seguir criam o contexto ideal para que os professores possam estimular seus estudantes a desenvolver diferentes competências e habilidades, tanto da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias quanto de outras áreas com as quais os projetos tenham interfaces. Para exemplificarmos esse aspecto colaborativo indicaremos algumas delas após a descrição de cada projeto. Embora algumas das possibilidades de interface com outras áreas do saber sejam indicadas ao longo do projeto, elas não esgotam as possibilidades, de modo que, a depender da negociação que seja feita com os estudantes e a escola, o horizonte de possibilidades de cada projeto se expande. Portanto, cabe aos professores analisar, com os estudantes, seja na definição das situações-problema, seja ao longo das outras etapas do projeto, quais interações com outras áreas podem ser estimuladas de acordo com as investigações e ações tomadas.

Nos projetos, as fronteiras disciplinares são extrapoladas e a integração de diferentes saberes é coordenada para compor a elaboração do produto.



Jacob Lund/Shutterstock.com

Projeto 1

Festival de cinema *stop motion*

Justificativa

a) Pertinência do problema

Os eventos da natureza ocorrem de maneira dinâmica e são dotados de evoluções temporais. Como nada na natureza é estático, é necessário que nós, seres humanos, lancemos mão de artifícios culturais que nos ajudem a modelar, representar e compreender a natureza. Nesse processo, a utilização de imagens ou objetos que, passo a passo, mudam suas características com a passagem do tempo se configura como uma das formas de produzir representações e entendimentos sobre fenômenos naturais.

As primeiras abordagens desse tipo de representação datam da segunda metade do século XIX e coincidem com o nascimento das animações cinematográficas. Por isso, recuperar aquele momento histórico e trazer para a sala de aula os métodos de produção de animações quadro a quadro (*stop motion*) possibilita que os estudantes lidem com os desafios de traduzir a natureza em animação. Além de oferecer aos estudantes a oportunidade de expressarem seus entendimentos sobre a natureza, suas produções tornam-se um elemento cultural de apoio ao entendimento do mundo ao serem disponibilizadas a outras pessoas.

b) Adequação ao contexto escolar

Atinente à necessidade de inclusão de elementos das tecnologias de informação e de comunicação na educação científica, os estudantes acabam se aproximando entre si graças ao *stop motion*, uma vez que eles trabalharão cooperativamente rumo a uma produção de ordem cultural, imersa na comunicação de fenômenos naturais. Traduzir a natureza em representações é um desafio que pode engajar os estudantes em construções de soluções criativas e colaborativas.

c) O saber disciplinar em xeque – a problematização do isolamento disciplinar

A produção de um produto audiovisual é mais que uma atividade técnica. Ela envolve saberes das diferentes disciplinas, que convergem para a solução do desafio de produzir representações do mundo físico, dando destaque a elementos de interesse que potencializem o aprendizado. Isso significa que um projeto como este recorre:

- às Ciências Humanas e suas Tecnologias, dado o marco histórico do desenvolvimento do cinema e sua relevância social;
- às Linguagens e suas Tecnologias, visto que o cinema é forma de expressão e de produção de significados;
- à Matemática e suas Tecnologias, dada sua importância na descrição gráfica de padrões em situações com dinâmica temporal;
- e a outros campos dentro das Ciências da Natureza, tais quais óptica, eletromagnetismo, fisiologia da visão e a fotossensibilidade de compostos utilizados em fotografia.

Por isso, nas várias etapas do projeto, as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidades ganham forma pela articulação desses diferentes saberes.

Objetivos de aprendizagem

Este projeto tem por objetivo explorar a técnica cinematográfica do *stop motion*, suas origens e suas potencialidades para modelagem e representação de eventos do mundo físico, de modo a promover um festival com exibição de filmes em *stop motion* sobre situações dinâmicas.

× **Dimensões:** 1, 2, 3 e 4.

Competências gerais: 1, 2, 3, 4 e 7.

Competências específicas (habilidades):

- **CNT:** 3 (EM13CNT301, EM13CNT302).
- **LGG:** 6 (EM13LGG603) e 7 (EM13LGG703).
- **MAT:** 3 (EM13MAT301).
- **CHS:** 3 (EM13CHS303).

Competências e habilidades desenvolvidas

Competências gerais

CG 1 A produção audiovisual tem sua gênese nos *stop motions*. Além disso, as mídias digitais se valem da informação audiovisual para procederem suas abordagens de comunicação com a sociedade

CG 2 Como os *stop motions* são feitos em ambiente digital, com base em informação audiovisual, este é um projeto no qual se expandem os usos das diferentes linguagens como forma de expressão.

CG 3 Ao se valer da gênese da sétima arte, o projeto possibilita aos estudantes os primeiros passos na trilha histórica da produção audiovisual, elemento marcante da cultura popular contemporânea.

CG 4 A linguagem visual é central na elaboração do produto deste projeto, junto com a linguagem sonora. Os *stop motions* ainda contemplam a possibilidade de explorar a linguagem matemática nos quadros, configurando-se assim um produto ligado aos multimodos da comunicação.

CG 7 A escolha do modelo a ser animado no *stop motion* depende de um processo argumentativo que ancora fatos do mundo físico à evolução temporal dos quadros, montados pelos estudantes.

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

CE 3 Os *stop motions* atualmente conservam sua função original, de serem um processo de comunicação audiovisual, mas agora são feitos em ambiente virtual, fazendo assim parte do arcabouço das chamadas TDIC. Além disso, há a necessidade de ativar os conhecimentos específicos das Ciências da Natureza e seus modos próprios de representação para a construção dos quadros dos *stop motions*.

EM13CNT301 Somente pela elaboração de hipóteses e pela construção de previsões é que uma animação montada pode se assemelhar a um evento no mundo físico. Por isso, a perspectiva científica caracteriza o *stop motion* desde a idealização do roteiro até sua exibição final.

EM13CNT302 Como os *stop motions* serão exibidos publicamente, eles são um meio de comunicação que representa, explícita ou simbolicamente, fatos, eventos ou conceitos das Ciências.

Competências específicas e habilidades de Linguagens e suas Tecnologias

CE 6 A construção de *stop motions* estimula o desenvolvimento do caráter autoral dos estudantes.

EM13LGG603 A tônica do projeto é a expressão coletiva de conhecimentos das ciências, traduzidos para uma linguagem audiovisual.

CE 7 Os *stop motions* são materializados em vídeos digitais, expandindo os sentidos dos estudantes acerca dos fenômenos naturais, e são produzidos coletivamente, valorizando essa prática.

EM13LGG703 Após traçada a trilha histórica dos *stop motions* e concluída a construção dos brinquedos filosóficos analógicos, o projeto se ocupa de uma versão construída coletivamente e montada em mídia digital.

Competências específicas e habilidades de Matemática e suas Tecnologias

CE 3 A evolução temporal dos eventos dinâmicos modelados nos *stop motions* leva os estudantes a buscarem modelos plausíveis. A plausibilidade *a priori*, tal que se manifeste nos *stop motions*, pode ser obtida por modelos matemáticos dos eventos.

EM13MAT301 A situação animada, mesmo de um evento cotidiano, evolui com algum padrão potencialmente identificável que será utilizado para os quadros sucessivos. Aportes gráficos ou algébricos podem estar nos quadros, complementando a informação visual dos *stop motions*.

Competências específicas e habilidades de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

CE 3 O papel do cinema como meio de influência cultural é discutido no projeto, bem como alguns de seus impactos na sociedade.

EM13CHS303 A indústria cultural do cinema e sua influência na geopolítica são abordadas no projeto, o que instiga os estudantes a debater a produção audiovisual além das projeções na tela.

Etapa 0 Definição da situação-problema do projeto

Nesta etapa serão apresentados e explicados passos que estruturam o projeto. É nesse momento que se determinam o ponto de partida e aonde se deseja chegar.

Sensibilização

Esse projeto é um exemplo da metodologia de **Ilha Interdisciplinar de Racionalidades** e tem natureza cultural. Na atuação docente, um dos objetivos é o desenvolvimento cultural dos estudantes, de modo que eles possam participar da sociedade como cidadãos plenamente integrados, que compartilham elementos culturais em circulação mas também que sejam ativos em participar da produção de novos elementos culturais. Com isso, o entendimento das formas de produção das mídias audiovisuais e a compreensão da potência dessas mídias se configura como uma habilidade importante – tanto como forma de expressão quanto como palco (para o professor e para os estudantes), dando voz por meio da oferta de novos elementos que circularão na cultura.

Não se pode pensar em uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidades (IIR) como um conjunto de técnicas. Muito além disso, um projeto desse tipo congrega também um conjunto de experiências individuais e coletivas de todos os envolvidos no desenvolvimento do projeto. Como o produto desenvolvido precisa ter relevância social, num projeto de natureza cultural, essa relevância é definida pela escolha do tema e pela escolha do produto.

Nesse sentido, aprender o que é a produção de mídias e trabalhar com elas coloca um projeto de IIR numa condição oportuna, visto que muitas culturas contemporâneas são marcadas por uma constante interação com telas, sejam de celular, de computador, de televisão ou de cinema. Tal característica reforçou a escolha pela exploração de uma IIR de natureza cultural ligada à gênese do cinema; particularmente os filmes com a técnica de *stop motion*. Esse tipo de mídia tem como resultado um vídeo, mas, diferentemente de uma filmagem, na produção de *stop motion* os quadros precisam ser construídos um a um.

Nesta IIR, a ideia é que você, professor, possa organizar um festival de cinema do tipo *stop motion* com a exibição de filmes produzidos pelos estudantes, nos quais temas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias sejam abordados. Pensando no desenvolvimento profissional docente, a diversificação de propostas e a articulação com diferentes ferramentas de potencial didático são parte das estratégias que permitem que o professor escape dos ciclos de aulas monológicas. Um projeto de natureza cultural mexe com as formas de agir dos jovens mas também com as suas formas de ser professor, podendo se colocar em situações novas e estimulantes que vão desde gerente do projeto, organizando as ações dos grupos, até diretor de cena. Vê-se, portanto, que um projeto como este se encaixa na noção de ensinar para além do conteúdo específico da Física.

Isso não significa deixar de ensinar Física, mas sim perceber que, em um produto cultural tão marcante como o cinema, a Física mostra diferentes sentidos para diversos de seus conceitos específicos. Seu envolvimento nesta prática, então, passará tanto pela inclusão de conhecimentos das Ciências, como conceitos da Física que modificam a percepção do que está acontecendo na tela, quanto pelas etapas dos conhecimentos específicos da produção de *stop motion*, incluindo conhecimentos necessários à produção audiovisual em questão, que são advindos de diferentes conhecimentos disciplinares. Isso é discutido no trabalho de Rodrigues e Lavino (2020), uma das bases para esta IIR.

Diálogo entre Ciências e a arte no cinema quadro a quadro

Esta IIR promoverá a você, professor, bem como aos estudantes, uma vivência com a produção de filmes, que será o centro de interesse em torno do qual não só a Física mas também História, Arte e Linguagens orbitarão.

Para isso, é necessário reconstruir um pouco da história das produções cinematográficas e de uma das técnicas mais antigas de produção de animação: a montagem quadro a quadro, conhecida por *stop motion* – termo em inglês que significa “movimento parado”, em referência à obtenção de movimento (filme) por meio de imagens estáticas.

O mais importante é a possibilidade de professor e estudantes mergulharem em um tema que inclui uma das mais rudimentares e belas formas de produção de animação. A possibilidade de se fabricar movimento por meio de imagens em repouso expande nossa relação com o tempo e com o espaço. Uma vez que se tem domínio sobre essa linguagem, pode-se usá-la a serviço até mesmo da construção de realidades improváveis.

No *stop motion*, as cenas são fotografadas em várias posições, dando sequência a um movimento. Em linhas gerais, o passo a passo para se criar uma cena com essa técnica é simples. Por exemplo, para fazer um boneco sentar-se em uma cadeira, ele é colocado reclinado, uma fotografia é tirada, depois se reclina um pouco mais, tira-se outra foto, e assim sucessivamente até o movimento ter sido registrado por completo.

Obras recentes conhecidas e premiadas utilizaram essa técnica, como *Wallace & Gromit: a batalha dos vegetais*, *A noiva cadáver*, *Fresh guacamole*, entre outras. No entanto, o próprio nascimento do cinema é marcado pela captura de movimento, quadro a quadro.

Cena do filme *Fresh guacamole*, curta-metragem estadunidense com mais de 300 milhões de visualizações na internet e indicado ao Oscar em 2013.



Estípes

Ampliando

FRESH guacamole by PES. [S. l.: s. n.], [2012]. 1 vídeo (ca. 2 min). Publicado pelo canal PES. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=dNJdJlwCF_Y. Acesso em: 30 nov. 2020.

Assista ao filme *Fresh guacamole* e veja como são interessantes os resultados obtidos com a técnica do cinema quadro a quadro.

O *stop motion*, porém, não está restrito ao aspecto artístico e do entretenimento, podendo também estar a serviço da emulação da realidade física. Com isso, a animação pode ser utilizada tanto como forma de expressão dos estudantes quanto como forma de observação, por parte do professor, da ocorrência de concepções alternativas àquelas científicas.

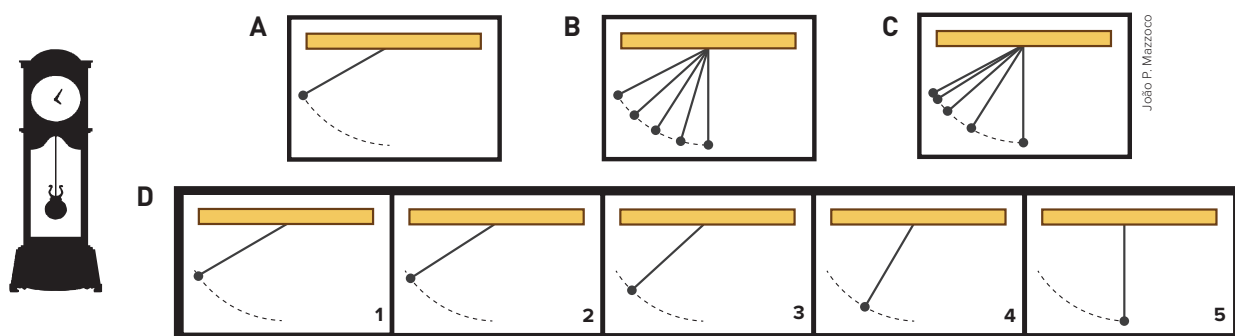
Essas concepções podem ser detectadas nos próprios quadros. Por exemplo: quando, em uma queda-livre, a animação mantém deslocamentos iguais em intervalos de tempo iguais; quando o calor é tratado como fluido; quando uma órbita é animada de maneira circular. Esses casos passam a ser oportunidades de discussão e desenvolvimento, valorizando a expressão dos estudantes e engajando conversas produtivas ao longo do projeto.

Esperamos que você possa entrar nesse universo tão fascinante e que possa igualmente se divertir com os jovens, em meio a tantas possibilidades de aprendizado e de ensino.

Evolução quadro a quadro na representação do movimento de um pêndulo

Quando pensamos num evento natural, como a precipitação da chuva, uma fruta caindo de uma árvore ou uma xícara de café esfriando sobre uma mesa, temos uma característica comum: os acontecimentos se desdobram com o passar do tempo. Com isso, um dos desafios de se ensinar a Física e as outras Ciências da Natureza é que um texto didático dificilmente dá conta dessa evolução temporal dos eventos naturais. Para tanto, recorre-se a artifícios de representação, como gráficos em função do tempo ou imagens sequenciais para lidar com os desdobramentos temporais. Por vezes recorre-se também a vídeos disponibilizados em plataformas digitais ou a simulações computacionais, previamente construídas por alguém, para demonstrarmos ao estudante um evento com evolução temporal.

Pense em um relógio de pêndulo e o desafio de representar as sucessivas posições do movimento do pêndulo em uma aula. Na figura a seguir existem algumas dessas representações possíveis.



Diferentes formas de representação esquemática do movimento de um pêndulo.

No quadro **A**, é representada uma posição particular do pêndulo. Muito comum em aulas tradicionais, essa forma de representação carrega alguns problemas: primeiro, que apenas durante um instante o pêndulo estará naquela posição; depois, não há como garantir qual é o sentido do movimento naquele instante, a menos que mais informações sejam acrescentadas à representação.

No quadro **B**, a representação também é problemática: a repetição das distâncias entre as posições sucessivas do pêndulo só é possível se os intervalos de tempo forem diferentes. Neste caso, como utilizamos comumente na Física a dimensão do tempo como parâmetro, trabalhar com um parâmetro variável exigiria uma inversão das funções de todas as equações cinemáticas.

No quadro **C**, a representação é equivalente a uma fotografia estroboscópica: uma sequência de imagens, no mesmo quadro, representando sucessivas posições separadas por intervalos de tempo iguais. Neste caso, o problema retorna à impossibilidade de detecção do sentido do movimento do pêndulo, com base na fotografia estroboscópica.

As representações **A**, **B** e **C** na figura acima indicam que a escolha da forma representacional das situações do mundo físico é também um desafio que o professor corriqueiramente enfrenta.

A representação **D** é uma alternativa menos problemática do ponto de vista do rigor entre a sequência de imagens escolhida e o acontecimento no mundo físico. Entretanto, o

problema é que, se essa sequência de imagens é apresentada em uma página de livro didático, ela ainda é uma sequência estática que se refere a um fenômeno dinâmico. Dessa forma,

uma situação desejável seria utilizar uma animação da sequência mostrada na representação **D**. Melhor ainda seria se o professor oferecesse ao estudante a oportunidade de produzir a animação e não apenas assisti-la. É essa a potencialidade que esse exemplo de projeto oferece: a produção de representações animadas, sobre fenômenos da natureza, idealizada e construída pelos estudantes, com o auxílio do professor.

Embora os usos de vídeos e simulações computacionais para demonstrações de situações e fenômenos naturais sejam um recurso didático legítimo e proveitoso, há o risco de colocarmos o jovem como espectador passivo de uma produção feita por outro alguém, por vezes em um contexto diferente daquele sendo trabalhado em sala de aula.



Uma criança em um balanço apresenta movimento similar ao do pêndulo. A representação estática da imagem, apesar de comum, não mostra o sentido do movimento naquele instante.

lunamaria/Shutterstock.com

Para evitar isso, faz-se necessário o uso de alternativas que não releguem aos estudantes um papel passivo, mas sim que lhes permita ter voz e participar ativamente do processo de criação e produção de representações sobre um evento com dinâmica temporal, expressando seus entendimentos sobre um tema específico. Uma vez que essa expressão se manifesta em uma mídia, os entendimentos ali manifestos podem ser debatidos coletivamente. Nesse sentido, os vídeos quadro a quadro podem funcionar, para além de uma ferramenta de ensino multidisciplinar, também como uma mídia de expressão, um produto originado na criatividade e uma forma de metarrepresentação dos estudantes, ou seja, de representar por meio do *stop motion* uma representação mental sobre o tema a ser animado.

Situação-problema

A escolha criteriosa de um tema para trabalhar com aprendizagem baseada em projetos torna possível identificar situações-problema autênticas que dialoguem com a vida cotidiana, valorizem as experiências dos estudantes e ao mesmo tempo lhes seja interessante. Um aspecto importante de uma pergunta de pesquisa autêntica é que a resposta não deve ser conhecida de antemão, é preciso o processo de investigação e prática para se obtê-la.

Nesta IIR a situação-problema uma vez estabelecida passa a ser representada por uma **questão norteadora**. Essa situação-problema resumida em uma indagação funciona como um guia para os envolvidos se manterem focados nos objetivos do projeto. Nesse caso, em que o diálogo é entre as Ciências e a expressão artística do cinema, poderemos ter a situação-problema assim expressa:

De que forma um determinado fenômeno natural pode ser traduzido em uma animação feita quadro a quadro?

O fenômeno em questão dependerá de cada grupo de trabalho, podendo ser, por exemplo, desde o ciclo de produção, transmissão e consumo de energia elétrica até um salto de um *bungee jump*. Empregando esta última possibilidade, o passo seguinte seria o afinilamento para uma situação-problema mais específica, de modo que seja condensada em uma questão norteadora. Um exemplo seria: “De que forma o pulo de uma pessoa, em uma cama elástica, pode ser traduzido para uma animação quadro a quadro?”.

O problema da entrega desta IIR inclui a tradução em imagens e, por consequência, a necessidade de produzir representações criativas do fenômeno escolhido.

Produto

O objeto concreto final desta proposta será um evento no estilo “mostra de cinema”, promovido pela escola e que pode ser realizado tanto dentro do ambiente escolar quanto num ambiente público da localidade onde a escola se situa, podendo envolver docentes, discentes e a comunidade do entorno escolar.

Público-alvo

Colegas da escola, estudantes de outras turmas ou de outras escolas. Também são público-alvo do produto pessoas que, mesmo não sendo da comunidade escolar, interessem-se por ciência e cinema.

Tempo

Este projeto é previsto para ser desenvolvido ao longo de um semestre (aproximadamente 20 semanas). Veja a sugestão de cronograma a seguir, mas decida conforme as condições suas, da escola e em acordo com a turma.

- Sondagem inicial: 2 semanas.
- Problema e especialistas: 3 semanas.
- Indo à prática: 3 semanas.
- Investigação disciplinar: 2 semanas.
- Organização do conhecimento: 2 semanas.
- Elaboração do produto: 3 semanas.
- Preparação do evento (lançamento): 4 semanas.
- Avaliações finais e fechamento do projeto: 1 semana.

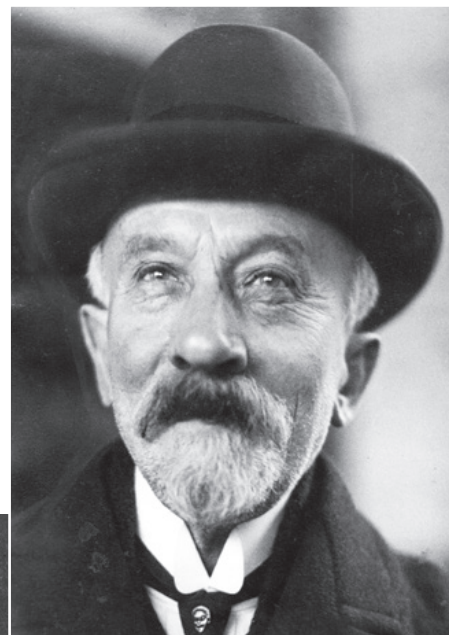
Etapa 1 Sondagem inicial

Nesta etapa, os estudantes podem expressar como eles julgam que é, *a priori*, o funcionamento da construção de animações e de que forma eles poderiam levantar informações relevantes à produção da animação para a entrega do projeto. Por isso algumas questões podem guiar a discussão inicial da primeira semana, como os exemplos a seguir.

- Cinema é a mesma coisa que vídeo?
- Como se iniciou o cinema?
- Como um desenho animado é feito?

Essas questões ajudam a marcar o ponto de partida da IIR. Como sugestão, os estudantes podem ser convidados a fazer a leitura do artigo “Cinema, vídeo e videoclipe: relações e narrativas híbridas” (FARO, 2010), que guiará a discussão do encontro na semana seguinte desta etapa. O encontro da segunda semana é, portanto, destinado à discussão do artigo, permitindo maior compreensão da história e do impacto cultural tanto do cinema quanto dos vídeos.

Também nessa segunda semana, é possível aprofundar mais e traçar o panorama do projeto para que o aspecto cultural do cinema seja explorado, de modo que seja explicitada sua relação com a construção de representações do mundo. É ainda um bom momento para organizar os grupos de trabalho – recomenda-se que sejam compostos de três a cinco estudantes.



Hulton Archive/Getty Images



Alamy/Fotorena

Cena do filme *A viagem para a Lua*, do diretor francês Georges Méliès, 1902. Georges Méliès (1861-1938), em destaque acima, é parte importante da história do cinema. Iniciou a carreira como ator e diretor de teatro e usou seu talento para produzir filmes ousados, com muitos efeitos especiais, sendo vários baseados na técnica de *stop motion*.

Etapa 2 Panorama de investigação

Ciência, cultura e arte na representação de fenômenos naturais

Listagem dos atores

No contexto desse trabalho, atores envolvidos são aqueles que, dentro de uma sociedade, participam direta ou indiretamente do objeto cultural. Assim, o primeiro ator é sem dúvida o espectador – aquelas pessoas para quem será pensado o produto audiovisual. Neste caso, podemos especificar que os espectadores podem ser crianças ou adultos, de hoje ou do passado. Como se trata de um objeto cultural já com algum histórico, os inventores da técnica que deu origem ao *stop motion* são atores importantes também. Por ter se tornado uma técnica ainda hoje utilizada, principalmente em desenhos infantis, as empresas produtoras e os técnicos atuais envolvidos na produção de *stop motion* são também atores. Por fim, os próprios estudantes tornam-se atores à medida que serão, neste projeto, ao mesmo tempo espectadores e produtores do conteúdo audiovisual elaborado.



Garoto produz filme com a técnica de *stop motion* usando um *smartphone* para fotografar os quadros. Um aplicativo é utilizado para inserir diferentes cenários ao fundo dos objetos, mas para isso é preciso compor um fundo verde. Fica claro que esta é uma atividade que tem possibilidade de despertar a criatividade e o engajamento dos jovens.

A lista de conflitos de interesse e das tensões

A primeira tensão na produção de um *stop motion* é a escolha do tema e sua viabilidade. Embora isso possa ser acertado de modo consensual, muitas vezes decidir sobre o que retratar pode gerar conflitos entre uma ideia muito boa, mas que demandará muito esforço e tempo do grupo, e uma ideia mais simples de ser executada, mas que não dará os resultados estéticos desejados. Por exemplo, sugere-se evitar que as situações sejam animadas em contextos religiosos, entre outros com carga ideológica capaz de gerar visões discordantes.

Outro ponto de tensão está ligado aos limites éticos dos elementos que estarão nos quadros de animação. Pela facilidade de obter imagens da internet para montar os quadros, é necessário verificar se as imagens têm direitos de uso, se vale a pena optar por imagens prontas ou se é melhor produzir suas próprias imagens. Além disso, questões que vão além dos fenômenos animados e dos direitos de imagem podem gerar conflitos de interesse.

Listagem de caixas-pretas ligadas à situação

Trata-se dos domínios desconhecidos que serão explorados no projeto. Podem ser aparatos, conceitos, processos, tudo aquilo que não faz parte do cotidiano dos estudantes. Algumas delas são:

- uso das câmeras;
- uso dos aplicativos de celular, dedicados à elaboração de *stop motion*;
- construção da ficha de roteiro;
- conhecimento da técnica do praxinoscópio;
- conhecimento da técnica do zoótropo.

Organização conceitual do problema

Aqui, a opção dos estudantes sobre que cenário irão animar vai determinar o campo conceitual que será organizado. Por exemplo, se o *stop motion* for sobre conservação de energia, solicite que os estudantes discutam esse tópico, listando elementos desse campo. Isso pode ser feito num sentido mais estrito – listando conceitos como massa, velocidade, altura, constante elástica – ou num sentido amplo – incluindo-se sobreposição com outros campos disciplinares, como radiação, teorias atômicas ou balanço energético em sistemas ecológicos.

Lista de especialidades pertinentes

Os especialistas seriam roteiristas, compositores, animadores, diretores de arte, roteiristas, historiadores do cinema, especialistas em direitos de imagem etc. Além deles, são particularmente importantes nesta parte aqueles que tenham conhecimentos sobre edição audiovisual em geral (quadro, sequência, montagem).

Também contam os especialistas ligados à área das Ciências da Natureza: o professor de Química pode auxiliar com os compostos fotográficos; o professor de Literatura pode auxiliar na construção da narrativa do *stop motion*; o docente de Arte pode contribuir dando subsídios sobre cenários, figurino, fundo sonoro; além de tantas outras possibilidades colaborativas. Ao longo dessa vivência, buscamos munir a atividade com informações e fontes nesse sentido.



A integração entre diferentes especialistas e o uso de diferentes especialidades, características marcantes da ciência contemporânea, são explorados no desenvolvimento deste projeto.

Lista de normas

A produção cinematográfica (o que inclui os *stop motions*) é um referente cultural tão importante para uma nação que os governos estipulam leis de incentivo, o que inclui a captação de recursos e a execução de projetos de grande envergadura.

Em um projeto de cunho cultural, como este, conhecer essas regras e normas nos ajuda a compreender a grandeza dessa forma de arte e sua ligação com a organização social e política de um país.

Por isso, sugerimos que os estudantes visitem o *site* da Agência Nacional do Cinema (Ancine), bem como os *sites* dos museus de imagem e som para produzirem uma lista das regras e normas que organizam a produção cinematográfica brasileira.

Etapa **3** Consulta aos especialistas e às especialidades

Nesta etapa, os estudantes recorrerão aos especialistas para congregarem informações e processos do projeto. Os especialistas aqui são de dois tipos: do tema e do produto.

Especialistas sobre o tema

Neste caso é possível que você mesmo ou outro professor de Física sejam os especialistas, visto que as animações serão situações do mundo físico. Claro que, se o tema a ser animado permear outras áreas do saber, outros professores podem colaborar.

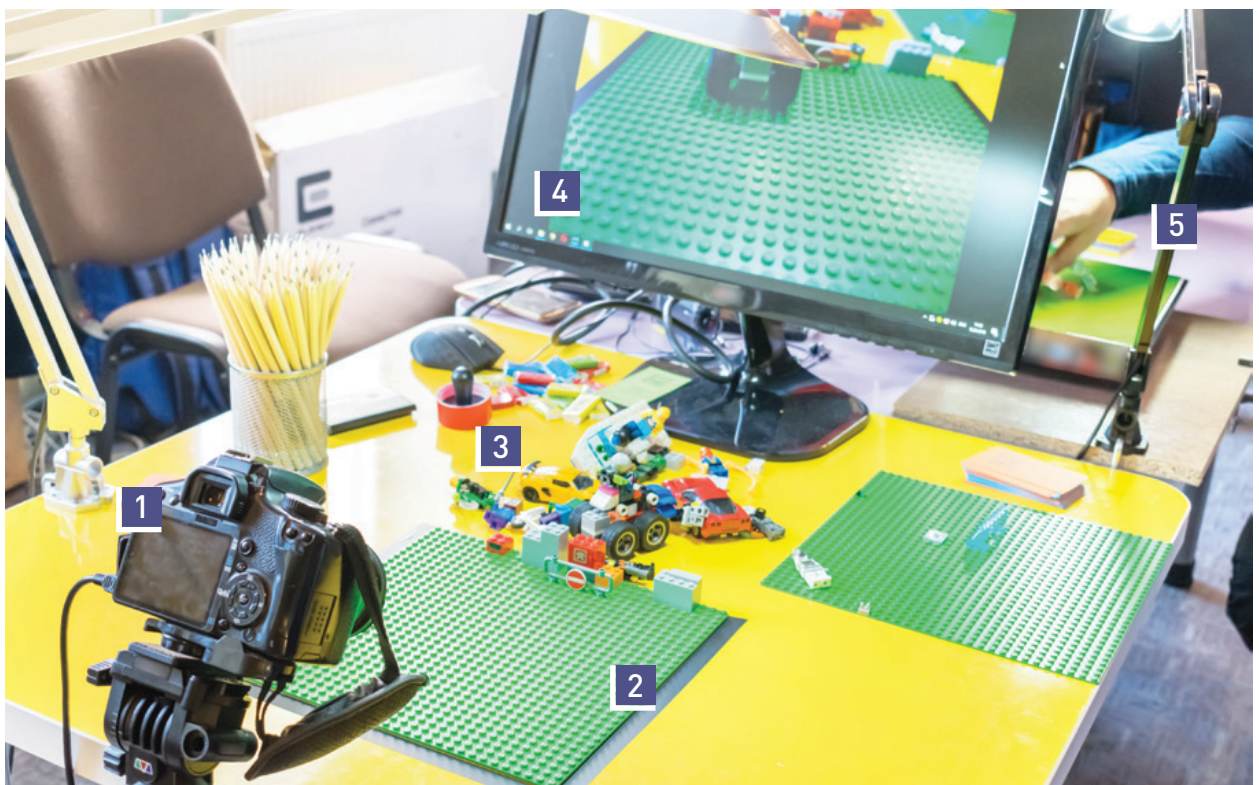
Especialistas sobre o produto

Refere-se à procura de suporte para a elaboração das animações *stop motion*. Nesse sentido um dos caminhos é buscar auxílio em meio ao corpo docente ou técnico de alguma escola de cinema e vídeo ou de curso universitário de produção audiovisual, mas isso somente se a localidade da sua unidade escolar tiver tais profissionais.

Na ausência de especialistas da área, negocie com seus estudantes uma listagem de tutoriais de produção de *stop motion*, disponíveis *on-line*, e que servirão de “repositório de especialistas”. Tais tutoriais disponíveis na *web* são recomendados inclusive porque ampliam a visão dos estudantes sobre a técnica.

Um profissional de audiovisual pode ser útil na produção dos estudantes para orientar sobre:

1. equipamentos para registrar as imagens;
2. que tipos de fundo são melhores para cada fim;
3. dicas sobre a manipulação dos objetos;
4. que programas de computador ou celular usar;
5. dicas de iluminação.



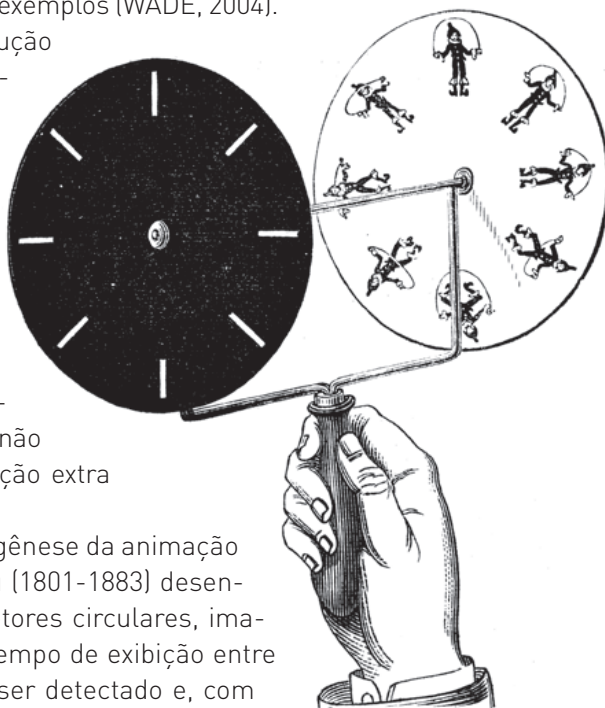
Mesa para produção de animação em *stop motion* com peças de montar. Os itens numerados correspondem aos tópicos nos quais o profissional de audiovisual pode auxiliar os estudantes.

Brinquedos filosóficos e os primeiros desenhos animados

No franco desenvolvimento do conhecimento científico que o mundo vivia no século XIX, os instrumentos utilizados para desenvolvimento científico eram chamados de **instrumentos filosóficos**, que eram utilizados como forma de examinação dos fenômenos naturais. Entre eles, a luneta, o microscópio, a câmara escura e o disco de cores, são alguns exemplos (WADE, 2004).

Por meio desses instrumentos, ampliou-se a produção de conhecimento sobre os fenômenos naturais, permitindo a visualização de aspectos, até então, inéditos da natureza. Esse aprendizado que os cientistas desenvolviam àquela época começava a alcançar o público leigo, que igualmente se impressionava com as visões inusitadas. Equipamentos como o caleidoscópio, de David Brewster, que em 1819 já usava uma angulação específica entre espelhos planos para produção de imagens simétricas, passaram a ser fonte não só da observação de fenômenos naturais mas também de divertimento do público não cientista. Os instrumentos que atendiam a essa função extra eram chamados de **brinquedos filosóficos**.

Um desses brinquedos filosóficos é marcante na gênese da animação de imagens estáticas. O físico belga Joseph Plateau (1801-1883) desenvolveu em 1832 um disco que continha, em seus setores circulares, imagens em sequência. Quando girado, o intervalo de tempo de exibição entre duas imagens consecutivas era curto demais para ser detectado e, com isso, o efeito de animação acontecia. O brinquedo filosófico de Plateau era chamado de **phenakistoscópio**.



Representação de pessoa segurando phenakistoscópio de Plateau.

ilbusca/Digital Vision Vectors/Stockphoto.com



VPC Photo/Alamy/Fotarena

Também há modelos em que o phenakistoscópio deve estar posicionado frente a um espelho plano e o observador deve estar na face oposta, vendo as imagens dos quadros se moverem.

Rodrigues e Lavino (2020) ressaltam que não apenas o phenakistoscópio de Plateau mas também o praxinoscópio do francês Charles-Émile Reynaud (1844-1918) e o zoótropo do inglês William Horner (1736-1837) (precursor de ambos) foram importantes aparatos no desenvolvimento da animação quadro a quadro.

Enquanto o zoótropo consiste em um cilindro com aberturas em sua geratriz, pelas quais o observador olha, o praxinoscópio é feito com um prisma de espelhos centrais, refletindo as imagens em sequência. Mas o princípio é o mesmo: “enganar” nossa percepção e nos fazer ver o movimento onde só existem imagens estáticas.

Apesar de os primeiros brinquedos filosóficos terem surgido também dentro do contexto científico, logo passaram a ser objetos de entretenimento de vasto interesse do público.

Mesmo nos brinquedos filosóficos já havia a ideia de “quadros” que se movem, portanto já estava aí a semente para as produções em *stop motion* e para o nascimento do cinema. E isso ocorreu efetivamente quando foi possível registrar em filme cada quadro, dando origem ao fotograma, como se verá adiante.

Zoótropo de Horner (A) e praxinoscópio de Reynaud (B). O zoótropo consiste em um cilindro com aberturas em sua geratriz, pelas quais o observador olha; o praxinoscópio é feito com um prisma de espelhos centrais, refletindo as imagens em sequência. Mas o princípio é o mesmo: “enganar” nossa percepção e nos fazer ver o movimento onde só existem imagens estáticas.



A

Adam Hart-davis/Science Photo Library/Fotorena



B

SSPL/NiMei/Kodak Collection/Bridgeman Images/EasyPix Brasil



DREAMWORKS/Album/Fotorena

O filme *A fuga das galinhas* (EUA, 2000), produzido com a técnica do *stop motion*, foi um grande sucesso de bilheteria. Este é um exemplo de como um processo iniciado séculos atrás pode gerar, ainda hoje, obras de qualidade estética e narrativa.

Etapa 4 Indo à prática

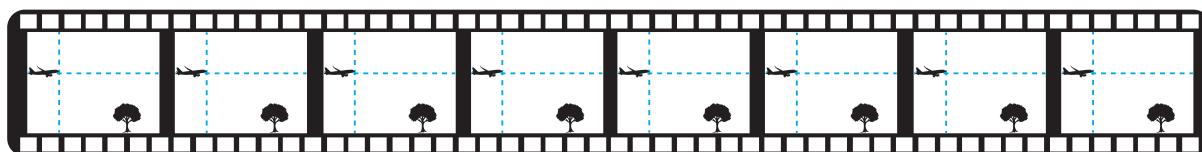
Nesse momento são oferecidas atividades práticas para reforçar a questão da historicidade dos brinquedos filosóficos e seu funcionamento, o qual revela aspectos de fenômenos científicos.

Atividade 1 – Produção de brinquedo filosófico

Como atividade inicial, propõe-se a construção de um dos três brinquedos filosóficos apresentados anteriormente e que participaram da origem do cinema: o phenakistoscópio, o zoótropo ou o praxinoscópio. Não é necessário que os três sejam construídos, uma vez que com o modelo de um dos aparatos podem ser confrontadas e discutidas as diferentes propostas de construção. Aqui também a liberdade de escolha é fundamental para que os estudantes possam decidir como preferem expressar suas produções.

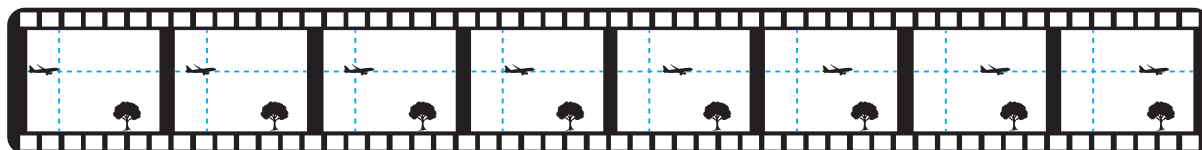
Essa é igualmente uma oportunidade para que a professora ou o professor de Arte possa integrar a atividade de criação. Isso porque, de um lado, um aparato físico será elaborado; mas de outro lado, sem os quadros desenhados em sequência, não se tem a animação. E o principal elemento que confere a noção sequencial é a mudança da posição relativa dos objetos no quadro. Por isso, a composição de cada imagem é elemento que conecta o aspecto artístico do quadro e o aspecto físico do movimento. A figura a seguir exemplifica essa necessidade.

A



João P. Mazzocco

B

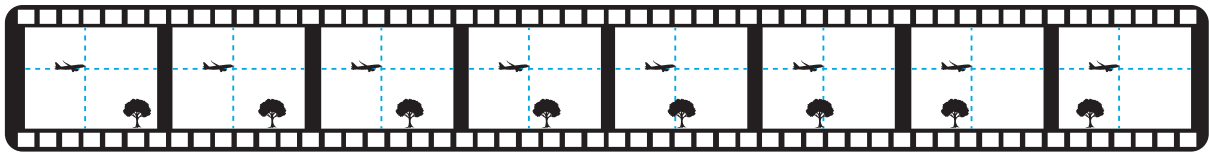


Sequência comparativa de quadros de um avião e uma árvore. A imagem **A** indica uma situação de repouso, caracterizada pela manutenção da posição relativa no quadro. A imagem **B** expressa uma situação de movimento, caracterizada pela mudança de posição relativa no quadro.

Nas duas sequências de quadros da figura acima, as linhas pontilhadas indicam uma referência no quadro. A repetição de quadros idênticos na animação, na imagem **A**, promoverá uma interpretação de repouso dos elementos, mas que supostamente deveriam representar o movimento do avião no ar. O movimento na animação, como se verifica na imagem **B**, decorre da mudança de posição relativa do avião, tanto para as linhas de referências, colocadas no quadro apenas para ilustrar a necessidade de mudança de posição relativa, quanto em relação aos corpos que figuram no quadro e que, supostamente, estão em repouso, como a árvore.

Cinematicamente, essa mudança relativa de posição é também o que garante a animação de um movimento retilíneo ou não, uniforme ou variado. Artisticamente, a sensação de movimento pode se valer de outras alegorias. Em um vídeo, se uma câmera segue um avião, mantendo-o sempre numa posição do quadro, o movimento será percebido pela mudança, agora, da posição relativa da árvore, em cada quadro, conforme se observa na figura **C**, a seguir.

C

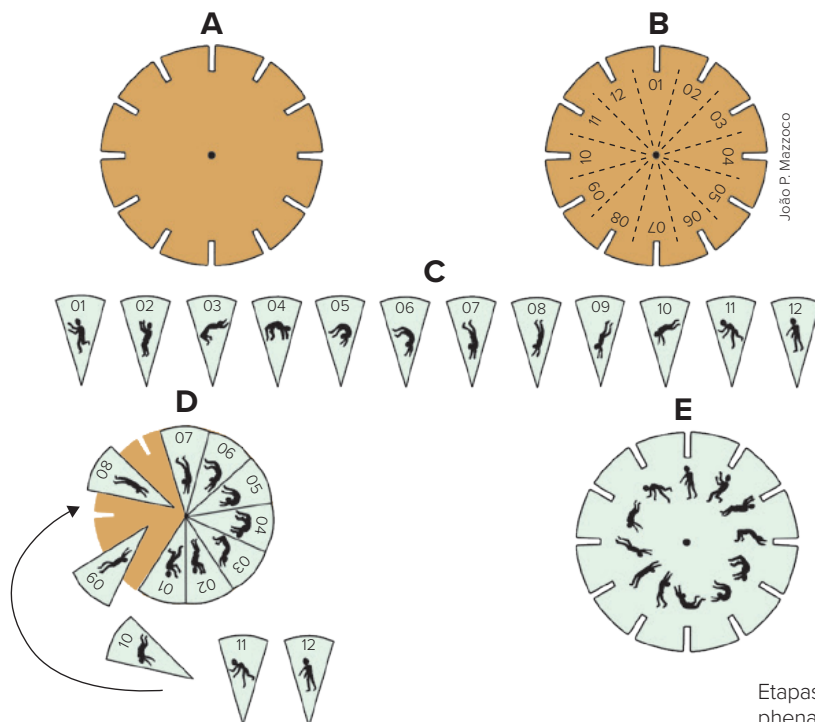


João P. Mazzocco

Sequência de quadros com percepção do movimento dada pela mudança de posição relativa da árvore, sugerindo que a câmera segue o avião.

Essa primeira construção serve de aporte básico para que os fundamentos da animação em *stop motion* sejam discutidos com os estudantes. A vantagem de se construir um brinquedo filosófico como um desses que sugerimos aqui é que, primeiramente, os estudantes podem desenvolver habilidades de animação ainda de maneira analógica, sem a necessidade de operar um aparato de captação de imagem.

Cada novo pequeno desafio do processo é uma etapa que auxiliará na elaboração do *stop motion*. Qualquer um dos brinquedos sugeridos é válido para a atividade e demanda os mesmos fundamentos. Como exemplo, na figura a seguir é mostrada a construção de um phenakistoscópio.



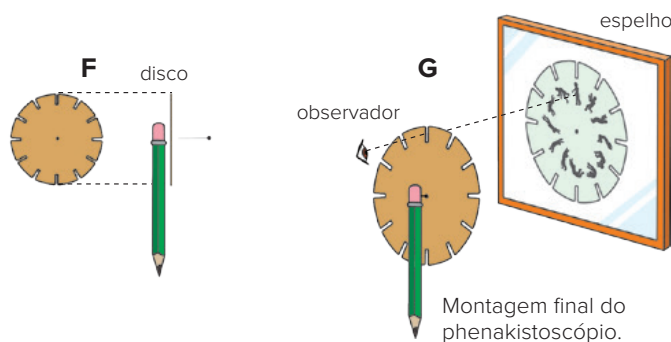
João P. Mazzocco

Etapas de construção de um phenakistoscópio.

Utilizando um disco de cartolina, corte 12 rasgos próximos à borda, conforme figura A. No verso, divida em 12 setores circulares, de modo a ter o rasgo no ponto médio de cada setor, de acordo com a figura B. Cada setor será um quadro da animação; os números indicados na figura B servem de referência, mas devem ser apagados depois. Feita essa divisão, os estudantes poderão construir uma sequência de 12 quadros, animando um evento qualquer, como a silhueta de uma pessoa dando uma pirueta, exemplificado na figura C. Aos estudantes, sugere-se que os quadros, nessa etapa, sejam desenhados à mão livre, valorizando sua criatividade e expressão. Os quadros, posicionados nos setores circulares, têm a forma de fatias de *pizza* e, por isso, podem ser montados formando um círculo, conforme mostra a figura D. Então, fixam-se os quadros em uma das faces do disco, como se vê na figura E.

Para montagem do disco em um eixo rotatório, podem-se usar um alfinete e um lápis com borracha, conforme mostra a figura F. O alfinete deve perfurar o centro do disco e não deve ultrapassar a borracha, de modo a evitar que sua ponta fique exposta.

Então, para obter o efeito de movimento, a face que contém os quadros deve ser posicionada frente a um espelho plano e o observador deve estar na face oposta, vendo as imagens dos quadros, no espelho, através dos rasgos, conforme figura G. Basta agora girar o disco que o observador verá a sucessão de quadros como uma animação.

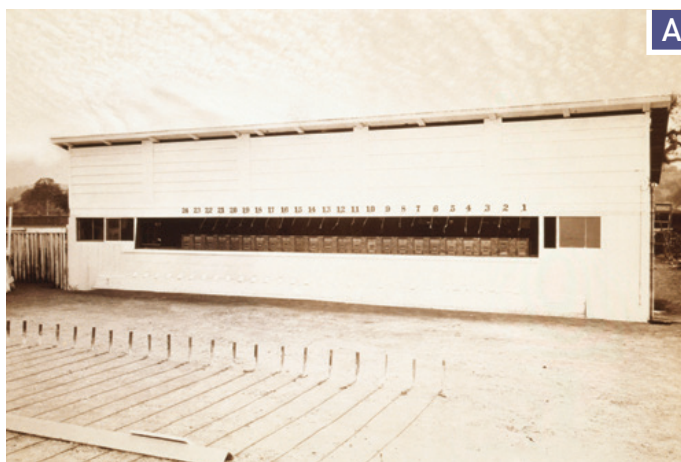


João P. Marzocco

Dos brinquedos filosóficos até os filmes *stop motion*

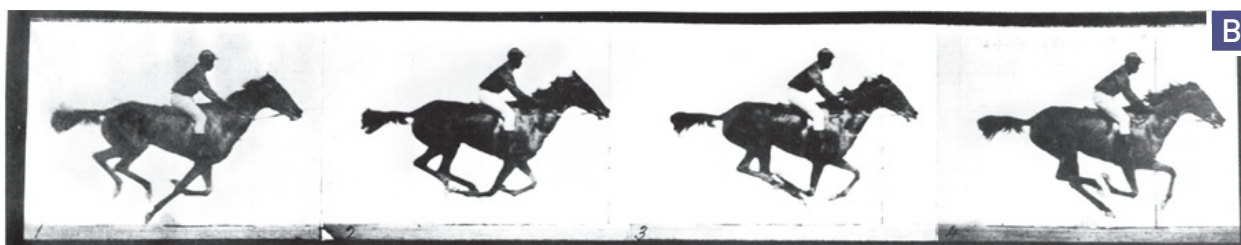
Uma mudança marcante no processo de construção de animações quadro a quadro ocorreu com a inclusão de fotografias tiradas em sequência e com intervalos de tempo iguais, as chamadas fotografias estroboscópicas. Um dos precursores do desenvolvimento dessa forma de captação de imagens foi o inglês Eadweard Muybridge (1830-1904).

Fotógrafo de carreira, Muybridge desenvolveu um dispositivo com gatilhos elétricos (imagem A) para disparar diversas câmeras em sequência, capturando assim, em detalhes, o movimento dos animais e das pessoas, como mostrado na imagem B.



A

Library Of Congress/Science Photo Library/Fotorena



B

Eadweard Muybridge Collector/ Kingston Museum/ Science Photo Library/Fotorena

(A) Aparato fotográfico de Muybridge, com câmeras sequenciais para registro de movimento. (B) Trecho sequencial de imagens de um cavalo em movimento registradas por Muybridge e mostradas originalmente em 1887.

Embora o aparato fotográfico de Muybridge seja um marco nos registros quadro a quadro do movimento, um passo seguinte ainda era necessário para que o movimento pudesse ser reproduzido. Então, se os quadros registrados forem utilizados em um praxinoscópio, zoótropo ou phenakistoscópio – ou outro sistema semelhante –, o que se terá será uma animação feita não de desenhos, mas sim de quadros fotografados do mundo físico. No entanto, uma característica dessa animação é que ela será cíclica, repetindo sempre a mesma sequência.

Isso já era uma animação em *stop motion*, mas a solução para a exibição de trechos mais longos se deu com o cinematógrafo, que fora utilizado com uma fita de comprimento mais longo (inicialmente uma dezena de metros) com diversas fotografias sequenciais – um fotograma. O desenvolvimento técnico do cinematógrafo teve contribuições de muitos inventores em diferentes países; comumente sua inauguração é atribuída aos irmãos Lumière, franceses que em 1895 exibiram um filme animado usando fotografias no Gran Café em Paris (MCKERNAN, 2008).

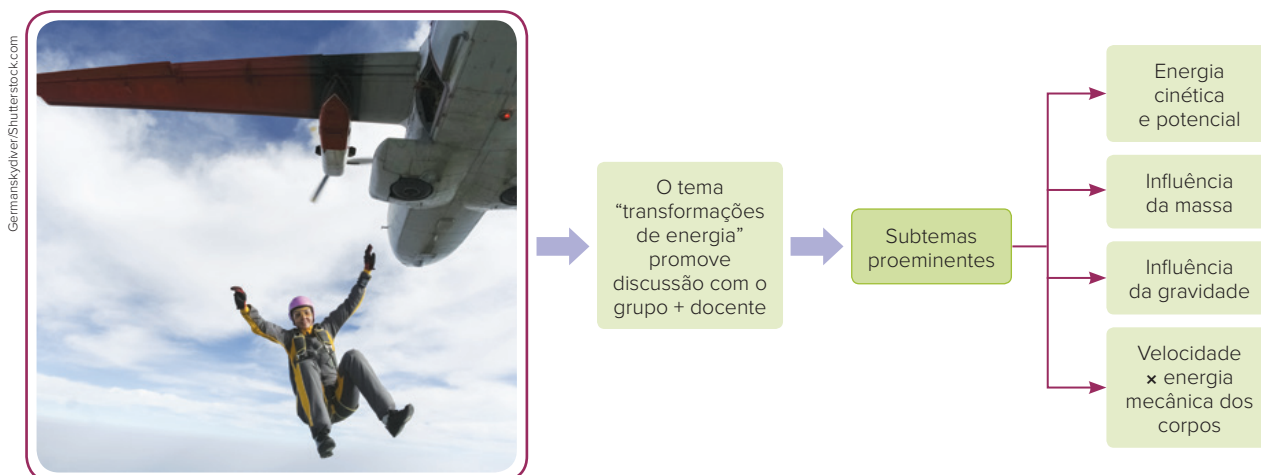
Antes de partirmos para a elaboração do produto desta IIR, é fundamental que seja desenvolvido com os estudantes um aprofundamento nos conhecimentos disciplinares, ligados ao objeto de interesse (tema específico) que eles decidiram animar.

Etapa 5 Investigação disciplinar

Nesta etapa os estudantes mergulhar o em uma pesquisa no tema específico a ser animado. A consulta a especialistas da área   uma forma de investigar o tema. A consulta   bibliografia especializada também. Entretanto, na era da conexão digital, você pode fazer desse momento um momento de busca por fontes disponíveis *on-line*, com os estudantes, caso sua unidade escolar disponibilize conexão.

Como os elementos dessa etapa são definidos pelo tema, pode ser que o professor decida que cada grupo trabalhar  com um tema diferente. Se esse for o caso, o processo de investiga o disciplinar variar  de grupo para grupo. Os grupos que decidiram construir um *stop motion* sobre uma situa o da área da Física, como um movimento circular ou uma colisão, necessitarão da sua parceria e acompanhamento. Mas àqueles grupos que decidiram animar uma situa o que envolve mais que uma disciplina, como o ciclo do lixo, as migra es dos povos ou a produ o e o ciclo de transmissão de energia elétrica, a interface com outros professores   fundamental.

Um dos caminhos que podem auxiliar a organiza o desta etapa   a listagem de tópicos específicos dentro do tema. Por exemplo, se um grupo animar  um *stop motion* sobre transforma es de energia, uma discussão com o grupo, sempre sob sua orienta o, pode resultar em uma lista de temas proeminentes, como energia cinética e potencial, influência da massa, da gravidade, da deforma o e da velocidade na energia mecânica dos corpos e sistemas. Esses tópicos podem ser apontamentos importantes para a constru o do produto, pois guiarão os roteiros dos estudantes.



Um dos caminhos que podem auxiliar a organiza o desta etapa   a listagem de tópicos específicos dentro do tema.

No entanto, ao levantarem os conhecimentos e conceitos mais relevantes,   natural que os estudantes ainda tenham informa es demais, sem uma estrutura o adequada que resulte em um roteiro para o *stop motion*. Para auxiliá-los nisso, na etapa seguinte, os conhecimentos levantados serão organizados.

Biologia da visão e persistência da retina

Ao chegarem   retina, os raios de luz sensibilizam as células fotorreceptoras, que, por sua vez, estimulam múltiplas áreas do cérebro, algumas ligadas   percep o do contraste, outras   forma, outras   profundidade. Enquanto o fenômeno do estímulo da retina  , essencialmente, fotoelétrico, o processo de interpreta o, pelo cérebro,   complexo, com múltiplas regiões. Essa associa o entre sensibiliza o da retina e complexidade do processamento da imagem faz com que cada imagem perca no sistema visual – ou seja, duas imagens expostas com uma diferença de tempo muito pequena não têm sua diferença percebida. Essa   a essência da persistência da retina, que possibilita o cinema e o *stop motion*.

As primeiras propostas de explica o do movimento aparente, interpretado por nós quando vemos uma sequência de imagens, davam conta de que a luz imprimia na retina uma marca que durava 0,1 s. Com isso, se mais de 10 imagens sequenciais fossem apresentadas dentro do intervalo de tempo de 1 s,

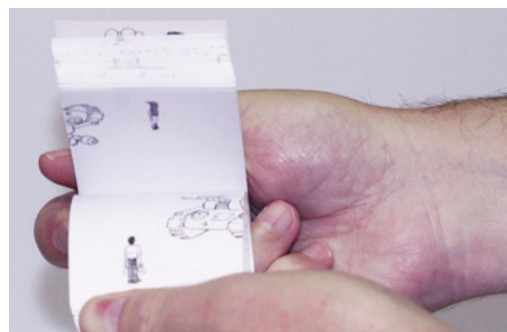
a “persistência da retina” nos faria ver um movimento contínuo. Era uma impressão prolongada de cada imagem na retina que seria responsável por detectarmos o movimento (GALIFRET, 2006). Mas outros efeitos, como a luminosidade, contraste e nosso processo de interpretação da imagem, no cérebro, também desempenham um papel na interpretação do movimento de imagens congeladas. É o que também sintetiza Romiti (2015, p. 68):

Se nós, observadores, processamos as imagens em um filme da mesma maneira que processamos o movimento na vida real, logo devemos perguntar como processamos o movimento na vida real. A curta resposta a esta pergunta é que processamos movimento na forma do caminho “procura-entendimento” [...]. Nosso sistema perceptual continuamente percebe as coisas que fazem parte do nosso campo de visão, aquelas que estão em movimento e aquelas que estão inertes, indicando se nós estamos nos movendo ou se as coisas estão se movendo.

As multicausas da percepção do movimento nos fazem ignorar os intervalos entre as imagens estáticas. Essa característica, que é comum às pessoas, é o fenômeno central da nossa percepção que permite a existência das animações e, por consequência, do próprio cinema.

Os folioscópios, por exemplo, são aparatos que também simulam o movimento “enganando” o cérebro por exibir páginas sucessivas em intervalos de tempo muito pequeno. O cinema, do mesmo modo, engana nosso cérebro, devido à persistência da retina.

As câmaras escuras de orifício, que são caixas fechadas, escuras, com um orifício em um dos lados, simulam o olho, construindo uma relação interessante entre a Física e a Biologia. Ainda, se a combinarmos com o uso de papel fotográfico, incluindo aspectos da Química, passamos a ter uma câmera fotográfica rudimentar e analógica. Se hoje, com o telefone celular à mão, temos muita facilidade em registrar uma imagem, o caminho histórico foi longo.



Thamiris Souza/Folarena

Exemplo de folioscópio.



João P. Mazocco

Na câmara escura a imagem iluminada entra por um orifício e é projetada, invertida, em uma superfície. Inicialmente foi bastante utilizada para fazer cópias de desenho; depois, desenvolveu-se a possibilidade de a imagem projetada na caixa se fixar em uma película sensível. Criava-se, assim, a fotografia.

Ampliando

MURAMATSU, M.; SOUZA, C. E. R. de; NEVES, J. R. Fotografando com a câmara escura de orifício: a óptica e o processo fotográfico na sala de aula. *Física na Escola*, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 19-22, 2007. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a05.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

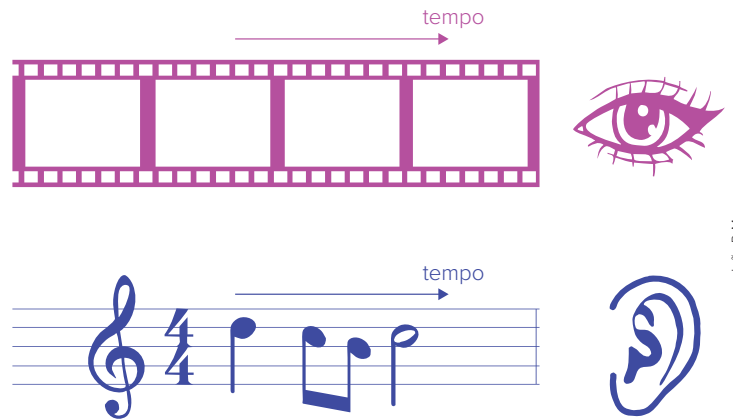
Visto que o cinema é um desdobramento natural da evolução da fotografia, é interessante discutir com os estudantes sobre as câmeras fotográficas rudimentares, chamadas câmeras *pinhole* (furo de agulha). Esse texto descreve em detalhes os processos físico-químicos da fotografia analógica utilizando esse tipo de câmera.

A depender da disponibilidade de tempo e recursos dentro do projeto, uma adaptação pode ser feita, e a inserção de uma etapa prática com construção de uma câmera desse tipo tem potencial de engajar os estudantes.

Cinema e Música

O cinema se inicia como mídia visual, apenas. Qualquer trilha sonora que fosse adicionada ao cinema deveria ser executada por uma orquestra, cujo maestro, ao acompanhar cada cena, pudesse indicar aos músicos o tipo de tensão ou de emoção que deveria ser tocada.

Com o desenvolvimento de tecnologias de gravação e reprodução de sons, o áudio e, conseqüentemente, a música passam a ser incorporados ao cinema. E, nisso, a função da música é ressignificada, passando a, por vezes, complementar os aspectos emocionais de uma cena e, por vezes, tornando-se mais emblemática do que a própria cena.



A imagem e o som devem estar sincronizados para que se obtenha o efeito pretendido.

João P. Mazzoco

Atividade 2 – Trilhas sonoras

Proponha a seus estudantes que pesquisem e tragam na próxima aula uma lista com três músicas que, para eles, marcaram uma cena de filme. Discuta o papel das trilhas sonoras no cinema e encoraje-os a utilizar uma trilha sonora para o *stop motion* (sugira bibliotecas de áudios com direitos autorais livres, disponíveis na internet). Para aprofundamento do assunto recomendamos o texto “Da natureza e possíveis funções da Música no Cinema” (disponível em: <http://www.mnemocine.com.br/index.php/2017-03-19-18-18-46/trilha-sonora-no-cinema/161-funcoes-musica-cinema>; acesso em: 30 nov. 2020), que reflete sobre como a música pode se constituir em recurso expressivo dos mais valiosos à disposição do diretor cinematográfico.

O papel das animações quadro a quadro na propaganda política da Segunda Guerra Mundial

Neste momento, estudantes e professores se dedicarão a explorar um aspecto político do cinema. A estratégia para explorar esse aspecto será um olhar crítico sobre os filmes de animação. As animações em *stop motion* ganharam as telas do mundo inteiro, especialmente pela popularização de desenhos animados, e no auge da Segunda Guerra Mundial, em 1942, surgia o personagem brasileiro de um papagaio que passava a compor o quadro de celebridades animadas dos desenhos animados – era o Zé Carioca.

Após assistir aos dois vídeos sugeridos a seguir com seus estudantes, proponha uma discussão sobre o potencial que um produto cultural, como uma animação, tem em difundir ideias em uma população. Avalie com eles os benefícios e malefícios dessa influência, de modo a vislumbrar os *stop motions* que eles produzirão como elementos de aprendizagem e de enriquecimento cultural.

Ampliando

Os vídeos sugeridos a seguir dão o panorama histórico para esta exploração.

- Trecho do filme *Alô, Amigos* (3min22s), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mPVyiln578g> (acesso em: 30 nov. 2020).
- *Zé Carioca e a Segunda Guerra Mundial*. Vídeo informativo sobre a criação do personagem e os bastidores políticos dessa circunstância, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MklaUwpSE3U> (acesso em: 30 nov. 2020).

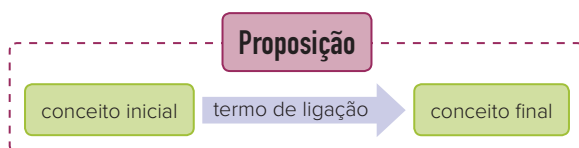
Etapa 6 Organizando os conhecimentos obtidos

O conhecimento, numa perspectiva ampla, pode ser pensado como um emaranhado de ideias e experiências que permitem às pessoas ou a grupos de pessoas atribuir sentido às situações ou aos objetos. Para a elaboração de um *stop motion*, que é um produto de cunho cultural, há a necessidade de estruturar um subgrupo de ideias que precisam ser ativadas para que a animação reflita uma situação real e para que os elementos dentro dessa animação ajudem os espectadores a produzirem um sentido sobre o fenômeno animado, com base naquilo que estão assistindo. Isso significa que os *stop motions* são veículos visuais de compartilhamento de um tipo de conhecimento estruturado pelas ciências naturais. Por exemplo, considere a animação de um lançamento oblíquo. Trata-se de um movimento que faz parte do cotidiano de inúmeras pessoas, como o chute de uma bola ou o arremesso de um objeto. A depender de como as ideias são apresentadas na animação, é possível que um espectador construa, pela primeira vez, uma relação de causa e efeito daquele tipo de movimento, influenciada pela aceleração da gravidade. No entanto, pode ser que o fator gravidade seja ignorado na animação e desse modo essa relação causal não será comunicada. Por isso é fundamental que os estudantes, antes de construir a animação, definam quais elementos do saber serão utilizados e de que forma esses elementos se estruturam.

Uma das formas de organização do conhecimento é a construção de cartografias de ideias e de relações entre ideias para que se possa cristalizar o subconjunto de saberes que os estudantes virão a ativar nos *stop motions* produzidos. Dentro dessas cartografias, destacamos os mapas conceituais (NOVAK, 1990) como uma forma de estruturação que pode auxiliar os estudantes e os grupos de trabalho a filtrarem aquilo que é mais relevante à elaboração dos *stop motions*. Por isso, professor, vamos destacar alguns pontos relevantes na construção dos mapas conceituais que podem ajudá-lo a utilizá-los com seus estudantes nesta IIR.

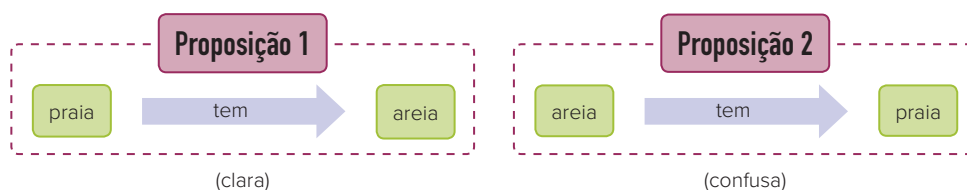
Mapas conceituais como organizadores do conhecimento levantado

Os mapas conceituais são redes de proposições construídas para organizar o saber em um determinado campo e determinadas por uma pergunta focal (CORREIA; SILVA; ROMANO JUNIOR, 2010). As proposições são relações de significado entre dois conceitos, como mostra o esquema abaixo.



Por indicarem uma clareza relacional entre conceitos, as proposições são as unidades elementares de um mapa conceitual. É nas proposições que os estudantes podem rever suas ideias a respeito do significado dos conhecimentos levantados na Etapa 5 desta IIR. É também nas proposições que os fragmentos de saber levantados pelos estudantes podem ser avaliados pelo professor, que pode contribuir com sugestões e revisões dos significados envolvidos que vão, posteriormente, impactar a construção dos *stop motions*.

O próximo exemplo indica duas proposições referentes aos mesmos conceitos (areia e praia), em duas relações de significado (proposições) e utilizando o mesmo verbo como termo de ligação (tem). No entanto, a ordem da relação entre os conceitos pode formar uma proposição clara (proposição 1) ou uma proposição confusa (proposição 2).



Um breve mapa conceitual descrevendo o movimento de queda livre pode agregar as ideias e conceitos centrais desse movimento, na forma de um conjunto de proposições, como mostrado no exemplo a seguir.



Uma cartografia na forma de mapa conceitual é um processo de “desempacotamento” de ideias, um modo de trazer o conhecimento para o papel e, nesse processo, filtrar as relações mais relevantes e arranjá-las em uma organização visual.

Uma vez que estamos interessados em organizar o conhecimento que levaremos à tela do *stop motion*, você pode propor como pergunta focal uma descrição do fenômeno escolhido pelo grupo, como: “Quais são as etapas de transformação e transmissão de energia elétrica?” ou “Como ocorre uma colisão inelástica?”. Mesmo que a primeira tenha maior potencial interdisciplinar que a segunda, ambas são válidas. Já que os *stop motions* a serem construídos precisarão de um roteiro, que só poderá ser elaborado uma vez que os conhecimentos específicos estejam organizados e minimamente estruturados, a pergunta focal direciona a atenção para os elementos relevantes.

Diante de uma dificuldade natural em se produzir mapas conceituais por parte daqueles que nunca utilizaram essa forma de representação, sugere-se que primeiro os estudantes façam uma lista dos conceitos que são mais relevantes ao tema específico e que, depois, de maneira colaborativa, organizem uma estrutura de relações de significados com proposições organizadas em um mapa conceitual.

Feito isso, os estudantes já poderão iniciar a roteirização para a construção dos *stop motions* que animarão o fenômeno escolhido para a IIR.

Etapa 7 Elaboração do produto solicitado

O processo de construção de um *stop motion* depende das etapas mostradas acima: na primeira, a captação dos quadros e dos movimentos, dados pela mudança relativa de posição; na segunda, a exibição dos quadros em sequência. Nesta seção, discutiremos algumas ferramentas que permitem sua produção.

Produzindo *stop motions*

Na produção de um registro audiovisual qualquer, algumas etapas sempre acontecem de maneira semelhante: há a necessidade de um planejamento (o que dizer) e de um roteiro (como dizer) que levam à captura da informação (com o que dizer) e à pós-produção (na qual a mensagem é dita). Filmes, *podcasts*, documentários, *stop motions* e outras formas de multimídia passam por essas etapas em sua construção. Assim, apresentaremos cada uma delas.

Planejamento da animação

A animação em *stop motion* pode ser feita com fotografias de pessoas, com fotografias de objetos sobre uma mesa, com fotografias de desenhos em um quadro marcador, com bonecos de massa de modelar ou outros. Entretanto, uma vez elaborado o roteiro, os estudantes devem discutir e definir como produzirão os quadros. Se forem pessoas, como as pessoas poderão compor o quadro? Se forem objetos, quais serão os objetos e como serão posicionados uns em relação aos outros?

Definidos os quadros e as possíveis cenas, é necessário que as sequências sejam organizadas de modo a orientar o processo de captura das fotografias que gerarão o *stop motion*.

Roteiro do *stop motion*

Embora não exista nenhuma limitação à produção de um *stop motion* abstrato, sem roteiro, estamos buscando formas de animar fenômenos, de modo a produzir entendimentos sobre aspectos dinâmicos da natureza. Por isso, é importante que os estudantes construam um roteiro contendo quais sequências eles animarão. Por exemplo, se forem animar um feito cinemático, é necessário decidir se isso será feito com uma queda livre, com um lançamento oblíquo ou outro. Se forem animar um efeito eletromagnético, precisarão definir se será feito com o movimento de um solenoide próximo a um ímã, o qual é percorrido por uma corrente elétrica, ou com um sistema de geração de energia.

Exemplo de esquematização de um roteiro para produção do *stop motion*

Cena	Início (mm:ss)	Fim (mm:ss)	Quadro	Câmera	Áudio
1	00:00	00:20	Uma bola de pingue-pongue e um lápis sobre uma mesa.	Posicionada acima da mesa.	Narração da introdução apresentando o grupo e o tema, música ao fundo.
2	00:20	00:25	A bola sobe e desce rebatendo no lápis.	Posicionada acima da mesa.	Narração sobre o movimento vertical, música ao fundo.
...

O festival, evento no qual culminará esta vivência, pode ter tema definido ou tema livre. Por isso, os roteiros elaborados pelos estudantes dependerão da escolha feita para o festival. Mas sua construção é indispensável, para que se tenha um caminho a ser percorrido.

Captura dos quadros do *stop motion*

A essência de um *stop motion* é a produção de movimentos animados por meio de fotografias de quadros estáticos. Uma vez definidos os quadros e as posições das câmeras no roteiro, o trabalho agora é ajustar os objetos do quadro para capturar a primeira imagem e ajustar as posições dos objetos para que o próximo quadro seja capturado.

É importante marcar qual é o número de quadros que constituirá um segundo de vídeo. Essa taxa de quadros é, comumente, conhecida como **fps**, abreviação da expressão em língua inglesa “*frames per second*” (quadros por segundo). Por exemplo, os vídeos que um aparelho de telefone celular registra são feitos utilizando 30 quadros por segundo (30 fps). Alguns aparelhos têm ajuste da taxa fps, podendo registrar mais quadros a cada segundo ou menos.

Então, na produção do *stop motion* dos estudantes esse ajuste vai determinar quantas fotografias serão necessárias para resultar em 1 s de vídeo. Se o vídeo final for exibido em 10 fps, por exemplo, serão necessárias 10 fotografias para gerar 1 s de vídeo. Como sugestão, valores entre 10 fps e 12 fps são suficientes para que se tenha um *stop motion* razoável. Valores mais altos, como 24 fps ou 30 fps, produzirão um vídeo mais suavizado, porém a captura de 30 fotografias para produção de um único segundo de vídeo pode fazer o processo ser excessivamente demorado, levando a incrementos de movimento muito pequenos, difíceis de serem modificados no quadro.

Como exemplo, imagine um corpo que se desloca 2 cm em 5 s. Em uma taxa de 10 fps, serão necessários 50 quadros, com incrementos de 0,04 cm entre as posições sucessivas do corpo, no *stop motion*. Agora, imagine que os mesmos 2 cm nos mesmos 5 s sejam capturados numa taxa de 30 fps. Serão necessários 150 quadros e o corpo se deslocará em incrementos de 0,013 cm a cada quadro. Por isso, uma taxa de fps mais baixa é mais desejada para um projeto como este.

Formas possíveis de captura e montagem

O passo seguinte é a união de todas as fotografias capturadas em um vídeo sequencial. Isso dependerá da escolha do meio de captura das imagens. Se você tiver usado, com seus estudantes, um aplicativo de celular dedicado ao *stop motion*, o resultado do vídeo aparecerá na tela do celular instantaneamente. Caso sua escolha seja uma plataforma alternativa, como aquela sugerida por Rodrigues e Lavino no texto “Modelagem no ensino de Física via produção de *stop motion*, com o computador Raspberry Pi”, o resultado também será dado automaticamente na tela. Caso você trabalhe com seus estudantes com programação e robótica, uma alternativa é utilizar a plataforma gratuita e de código aberto FFmpeg (disponível em: <https://ffmpeg.org>; acesso em: 4 dez. 2020). Por esse processo, uma linha de comando em um computador deverá ser utilizada para unir todas as fotografias, transformando-as em um único vídeo.

Uma dica é que as trilhas de áudio, como narração ou música de fundo, são mais facilmente ajustáveis ao *stop motion* se forem acrescentadas após o vídeo estar pronto.

Algumas unidades escolares dispõem de profissional de tecnologia da informação. Se for esse o caso da sua escola, ele pode ser convidado a colaborar para o projeto, auxiliando os estudantes no uso de uma das plataformas computacionais possíveis de produção. Mas algumas escolas não dispõem de um profissional e de estruturas computacionais, sendo assim uma adaptação possível é utilizar um aplicativo de *stop motion* no celular. Existem opções gratuitas para as principais plataformas e elas podem ser a alternativa mais viável.

Como você pode perceber, existem diversas alternativas para captura e montagem dos quadros de um *stop motion*. Visto que cada realidade escolar tem sua especificidade, nesta vivência o foco não está em qual plataforma de produção dos *stop motions* será utilizada, mas sim na liberdade criativa posta em prática para expressar, em linguagem audiovisual, os entendimentos dos estudantes sobre situações e fenômenos naturais.

Etapa 8 Evento escolar: exibição das produções dos estudantes

Tendo cada grupo produzido seu *stop motion* sobre o tema escolhido, o ideal é que os vídeos agora sejam reunidos em um mesmo local para que estejam prontos para o evento. Esse local pode ser uma pasta em um computador ou uma mídia removível. Considere também a abertura de um canal em uma plataforma de vídeos na internet e utilize a plataforma para reunir todos os vídeos do festival. Caso a escolha seja essa, atente-se para a autorização que cada estudante ou responsável deve dar para que uma produção sua seja disponibilizada *on-line*. O evento a ser realizado terá a dimensão e o alcance definidos coletivamente entre docentes envolvidos e estudantes. Alguns formatos possíveis são:

- **Semana do *stop motion*** – uma semana inserida no calendário escolar, marcada para ter exibições das produções ao longo dos cinco dias, em horários determinados; **Noite do *stop motion*** – uma noite festiva no prédio escolar, incluindo pais, professores e estudantes, como uma noite de lançamento de um filme; **Uma noite de *stop motion* fora da escola** – neste caso, as produções feitas dentro da escola tomam a cidade e levam as expressões artísticas e científicas dos estudantes para além da comunidade escolar. Esses formatos são sugestões que podem ser substituídas por outras que sejam mais adequadas aos estudantes e à realidade da sua escola.

O processo de exibição pública dos *stop motions* demanda uma estrutura mínima de equipamentos, como computador, projetor, tela, sonorização e cadeiras para os espectadores.

O evento, seja dentro do ambiente escolar, seja fora, beneficia-se muito de uma pessoa fazendo o papel de mestre de cerimônia, que apresentará o projeto e anunciará uma breve abertura de cada vídeo, contextualizando a produção para os espectadores.

Avaliação

A avaliação em desenvolvimento de projetos é sempre formativa e inclui as três dimensões do saber: conceitual, procedimental e atitudinal.

A dimensão conceitual é aquela com que o ensino tradicional mais está acostumado a lidar. Mas o projeto pode ser uma oportunidade de avaliar de forma diferente mesmo essa dimensão. O professor pode construir fichas objetivas de avaliação conceitual, indicando se os *stop motions* estão rigorosos do ponto de vista conceitual ou não. Pode ainda avaliar a pertinência dos mapas conceituais produzidos pelos estudantes, ou então analisar as construções do praxinoscópio e as sequências que os estudantes escolheram. Mas a avaliação conceitual é uma fração do que se interessa em um projeto.

Para incluir as outras dimensões, sugerimos uma autoavaliação dos estudantes, em seus projetos e em suas relações com os pares nos grupos. Esta pode basear-se em um quadro como o exemplificado abaixo.

Ficha de autoavaliação

	Demais	Muito	Pouco	Quase nada
Minha relação com os companheiros de projeto foi fácil.				
As etapas de investigação e de consulta aos especialistas me ensinaram coisas novas.				
Aprendi coisas novas sobre o cinema.				
Durante o projeto, a relação entre arte, ciência e tecnologia ficou mais clara para mim.				
Tive dificuldade de organizar os conhecimentos.				
Achei a construção dos <i>stop motions</i> uma etapa desafiadora.				
Eu construiria fora da escola algum dos aparatos que aprendi no projeto, apenas por diversão.				
Entendi melhor como uma animação pode influenciar opiniões.				

Fechamento

Esta vivência mirou a utilização de uma linguagem audiovisual, de modo a ampliar as possibilidades de expressão dos estudantes em relação a seus entendimentos. Além disso, transformar a exibição das produções dos estudantes em um evento público é dar voz a eles, construindo uma ponte entre a mente do idealizador e a mente do espectador, utilizando como intermédio o *stop motion*. Com um grande leque de possibilidades, um evento como o proposto nesta vivência aproxima diversos elementos de interesse, como estudantes, professores, escola, conhecimento e comunidade.

Uma forma de fechar o ciclo do festival é orientar os estudantes para que devolvam ao docente uma série de comentários e sugestões de melhorias para o próximo ano. Para isso, sugerimos uma atividade estruturada, na qual os estudantes possam dizer o que aprenderam, o que foi “o melhor” e “o pior” na opinião deles e ainda o que gostariam que fosse diferente caso o projeto começasse hoje.

Tal atividade de fechamento marca o encerramento do ciclo do projeto, constrói uma expectativa de repetição da vivência no ano escolar seguinte e possibilita ajustes que acabam por tornar o evento mais relevante e mais bem executado a cada ano.

Para saber mais

STOP motion passo a passo. *eOnline*, São Paulo: Sesc, 5 maio 2020. Disponível em: https://www.sescsp.org.br/online/artigo/14194_STOP+MOTION+PASSO+A+PASSO. Acesso em: 5 dez. 2020.

Site com dicas para produzir *stop motions*, incluindo um breve vídeo com sugestões de organização da produção.

Projeto 2

Crise climática mundial e suas consequências

Justificativa

a) Pertinência do problema

A crise climática tem uma escala global e suas consequências impactam o cotidiano das pessoas: chuvas desreguladas, perdas de lavouras, doenças e crises migratórias são algumas dessas consequências.

Mas quem provoca a crise climática? Quando se trata de uma emergência em escala global, não se trata de um problema gerado em um ponto distante de nós e que tem suas consequências próximas de nós. Trata-se de um problema que é gerado por todos, por nosso modo de vida, pelos padrões de produção e consumo que nós mesmos operamos, pela organização das cidades onde nós mesmos vivemos. Somos em parte vítimas e em parte causadores da crise climática.

Por isso, em nossa condição de cidadãos e cidadãs, temos também a responsabilidade de ajudarmos a reverter o grave quadro do aquecimento global. Não que uma pessoa seja, sozinha, capaz de lidar com algo de tamanha escala. Mas sim que todos juntos, por meio de pequenas e simples atitudes, possamos fazer a diferença. Essa diferença pode expressar-se tanto na opção por modos de vida mais sustentáveis quanto pelo conhecimento do problema e, com isso, ter mais voz para pressionar instituições para que sejam, também elas, menos nocivas ao clima. Pela vivência de um projeto como este, tais conhecimentos e tais mudanças de atitude podem se desenvolver partindo da escola.

b) Adequação ao contexto escolar

O assunto abrange dados e informações que extrapolam os muros da escola, permitindo que se tenha trabalho de campo e pesquisa com abundância de fontes disponíveis. Além disso, o trabalho é fortemente cunhado na responsabilidade social que cada membro da sociedade tem. Mas seu viés de discussão de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas se soma a seu potencial como tema de exploração das disciplinas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, tornando-se um terreno fértil para estudo de diferentes temas em diferentes áreas.

c) O saber disciplinar em xeque – a problematização do isolamento disciplinar

É impossível discutir o problema da crise climática e suas consequências com base em um saber disciplinar único. Mesmo que fenômenos internos ao problema possam ser discutidos pela Química, pela Física ou pela Biologia, nenhum desses saberes pode, sozinho, dar conta das causas e das consequências do problema.

Por isso, o presente projeto oferece múltiplas possibilidades de abordagem, que podem partir de um saber disciplinar e adiante discutir as limitações do isolamento de uma disciplina no entendimento da questão e na proposição de soluções.

Objetivos de aprendizagem

Produzir um material instrucional, na forma de vídeo informativo, para sensibilização sobre problemas provocados pela crise climática global.

- ✕ **Dimensões:** 2, 3 e 4.
- ✕ **Competências gerais:** 2, 4, 5, 9 e 10.
- ✕ **Competências específicas (habilidades):**
 - **CNT:** 1 (EM13CNT102, EM13CNT106) e 3 (EM13CNT302, EM13CNT306, EM13CNT309).
 - **LGG:** 6 (EM13LGG603).
 - **MAT:** 1 (EM13MAT101).
 - **CHS:** 1 (EM13CHS103), 3 (EM13CHS302) e 4 (EM13CHS403).



Competências e habilidades desenvolvidas

Competências gerais

CG 2 A crise climática demanda a inclusão de diferentes áreas do saber, tanto para sua compreensão, quanto para proposição de soluções que mitiguem seus efeitos, ancoradas no conhecimento científico.

CG 4 Visto que o produto deste projeto é um vídeo curto para sensibilização das pessoas, trata-se de uma oportunidade para que os estudantes possam se expressar por múltiplos modos de comunicação. Pelos vídeos, ideias das Ciências da Natureza, da Matemática e das Ciências Humanas e Sociais serão comunicadas visando a um entendimento mútuo do problema que é a ação antrópica sobre o clima do planeta.

CG 5 Neste projeto, a autoria dos estudantes é característica marcante para que o debate científico, ético, político e social leve à reflexão sobre nossa parcela de responsabilidade, em cada uma de nossas atitudes, sobre o clima do planeta.

CG 9 O produto deste projeto, uma vez que visa a sensibilização, é focado em valores como empatia e respeito ao próximo. A etapa empírica de levantamento de opiniões e atitudes leva os estudantes a se despirem de preconceitos para abarcarem os saberes populares, tomando-os como ponto de partida para a sensibilização e buscando atitudes de cooperação.

CG 10 A sustentabilidade e os princípios da inclusão e da democracia compõem o eixo em torno do qual todo o problema da crise climática gira. Por isso, os vídeos curtos produzidos pelos estudantes são ações coletivas e autônomas de cada grupo de trabalho, no sentido de redução do prejuízo que nosso modo de vida causa ao ambiente.

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

CE 1 A crise climática é um dos casos mais emblemáticos de relação entre processos tecnológicos e fenômenos naturais e, por isso, é tema fértil para desenvolvimento de ações que considerem os saberes das Ciências da Natureza e o fino equilíbrio entre prejuízo ambiental e desenvolvimento social que as tecnologias promovem.

EM13CNT102 Uma das consequências das emissões de gases na atmosfera é a potencialização do efeito estufa. Esse efeito pode ser interpretado com base em um sistema térmico e da interação entre radiação e matéria.

EM13CNT106 Uma parcela considerável de emissão de gases do efeito estufa vêm da produção de energia elétrica, da qual o desenvolvimento tecnológico é profundamente dependente. Nesse sentido, o projeto é uma oportunidade de avaliação de possíveis impactos e soluções dessa demanda.

CE 3 Ao propor um vídeo curto de sensibilização, o projeto se compromete com aspectos fundamentais da Ciência, tais como a investigação e a comunicação com diferentes públicos.

EM13CNT302 Os vídeos deste projeto incluirão informações textuais e simbólicas, além de interpretações gráficas de dados de agências internacionais do clima, e serão finalizados em mídia digital.

EM13CNT306 Diferentes etapas do projeto passarão pela discussão e análise de riscos produzidos pela ação humana, de modo que os estudantes possam incluir essas análises em seus produtos.

EM13CNT309 As diferentes pressões de desenvolvimento econômico se desdobram numa corrida pelo progresso. Porém, mesmo que os países tenham diferentes estratégias, as fronteiras políticas não são vistas pelos poluentes, nem pelo aumento da temperatura. Por isso, somente um esforço global conjunto pode lidar com a necessidade de alternativas, uma vez que é ilógico pensar em um desenvolvimento infinito em um planeta cujos recursos são finitos.

Competências específicas e habilidades de Linguagens e suas Tecnologias

CE 6 Os vídeos dos estudantes, produtos inerentemente culturais, serão caracterizados pelas escolhas criativas de roteirização e interpretação dos grupos dos estudantes.

EM13LGG603 Para além de informações técnicas, os estudantes poderão atuar nos vídeos, protagonizando, individual ou coletivamente, a narrativa que escolherão para comunicar aos expectadores o problema e as possíveis soluções e sensibilizá-los.

Competências específicas e habilidades de Matemática e suas Tecnologias

CE 1 Como os vídeos a serem elaborados necessitarão de apoio em dados objetivos, a Matemática passa a ser uma lente de observação dos dados oficiais.

EM13MAT101 Os dados do IPCC necessitam da interpretação gráfica dos valores das variáveis climáticas e de suas projeções. Outros dados que os estudantes levantarem, por exemplo, sobre as opiniões e atitudes dos cidadãos, também demandam interpretação relacional de variáveis.

Competências específicas e habilidades de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

CE 1 Os atos de levantar conhecimentos e de produzir um vídeo sobre a crise climática implicam considerar diferentes posicionamentos sobre o problema, mas, ao mesmo tempo, demandam o aporte de fontes científicas para defender o posicionamento sustentável.

EM13CHS103 A utilização da Agenda 2030 da ONU e dos dados do IPCC apresentados neste projeto exige que os estudantes elaborem suas hipóteses e sistematizem suas conclusões com base em documentos e informações oficiais.

CE 3 Diferentes momentos ao longo do projeto visam ao entendimento da corresponsabilização de cada pessoa pelo problema. Por isso, no âmbito individual, busca-se uma mudança de postura e um consumo consciente de produtos.

EM13CHS302 Essa análise é tratada orbitando o conceito de antropoceno e observando os dados da ação antrópica em relação ao aumento das temperaturas médias do planeta.

CE 4 O texto integral da Agenda 2030 e dos ODS baseia-se em dados objetivos das relações entre produção, consumo e riquezas. Na etapa de consulta aos especialistas e às especialidades os estudantes irão analisar as relações entre produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades.

EM13CHS403 Os grupos poderão abordar as crises humanitária e migratória geradas pela crise climática.

Etapa 0 Definição da situação-problema do projeto

Nesta etapa serão apresentados e explicados passos que estruturam o projeto. Relembramos que é nesse momento que se determina o ponto de partida e aonde se deseja chegar.

Sensibilização

O tema escolhido para este projeto figura em um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) sendo, portanto, uma das metas definidas pelas nações signatárias – entre elas, o Brasil – para a construção de um mundo mais justo e pacífico.

A crise climática em avanço no mundo é um evento que não tem precedentes na história da humanidade. Não podemos avaliar com precisão quais são os impactos de médio e longo prazo que uma mudança, mesmo que pequena, da temperatura média do planeta pode ter. O que não se tem dúvida é que mudanças globais do clima afetam a vida de cada ser vivo na Terra.



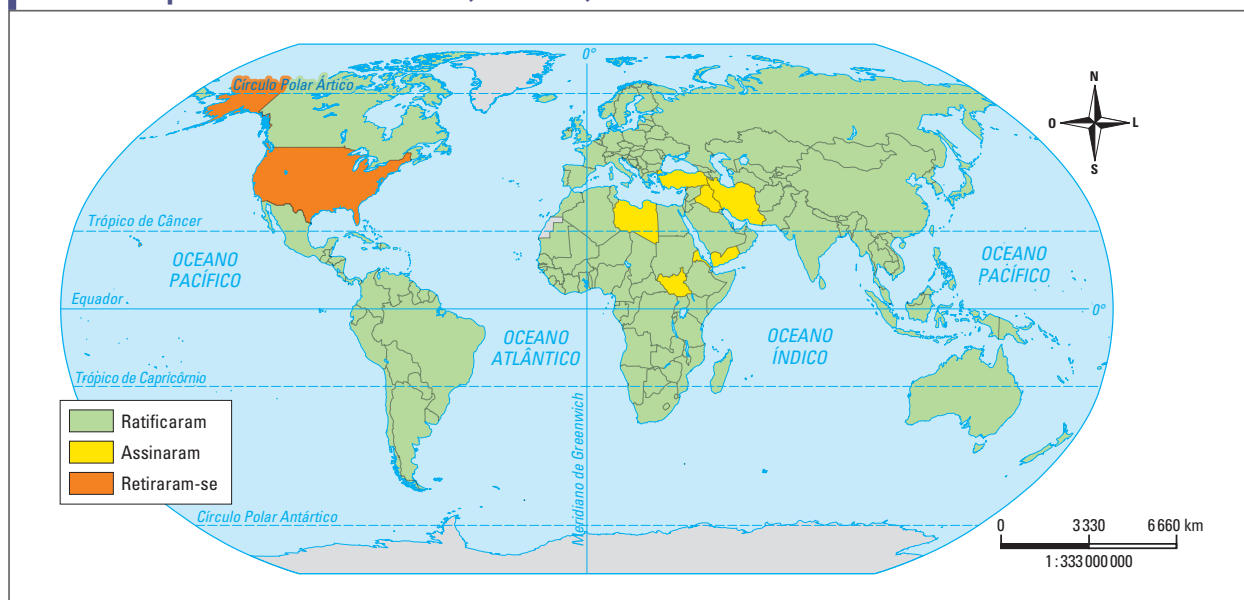
Autoridades comemoram resultados das tratativas na Conferência do Clima de Paris, COP21, realizada em novembro 2015, em Paris, França. Apesar de encontros como este, que buscam engajamento mundial contra o problema, há muitas variáveis que incluem interesses econômicos e disputas de poder que dificultam a implementação efetiva das medidas acordadas.

Estudos mostram que as mudanças climáticas podem inviabilizar a agricultura, por exemplo. Pode-se ter uma amostra disso em trabalhos como o de Bunn e colaboradores (2015), o qual mostra que as variações climáticas influenciam diretamente as áreas viáveis de cultivo do café. Sendo assim, uma possível crise na agricultura mundial, provocada por mudanças no clima, pode abalar a segurança alimentar, bem como as bases econômicas de países dependentes dessa produção para gerar riquezas, como o Brasil.

Consequências projetadas pela ciência, e outras não previstas, fazem com que tenhamos urgência em pensar soluções e mudanças de atitudes para mitigá-las. Somente com uma educação científica que inclua um aprofundamento nos diferentes aspectos desse problema é que se pode conscientizar a população, tal que os cidadãos possam se posicionar criticamente, redefinindo suas próprias atitudes e influenciando politicamente os tomadores de decisão. Este projeto é, portanto, um instrumento de informação e de sensibilização desse problema.

Em seu relatório do ano de 2018, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) pontuou fatos que precisam ser destacados a respeito da crise do clima que enfrentamos. Os países participantes e signatários do Acordo de Paris definiram metas para o clima, num esforço conjunto em frear o avanço do aquecimento global.

Adesão dos países ao Acordo de Paris (dez. 2020)



Fonte: KEMP, Maisie. What is the Paris Climate Agreement. *Earth.org*, [s. l.], 7 jul. 2020. Disponível em: <https://earth.org/what-is-the-paris-agreement/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

As metas do Acordo de Paris incluem os tópicos a seguir.

- Limitar o aumento da temperatura global a não mais que 2 °C acima daquela da era pré-industrial.
- Aumentar a capacidade de se adaptar às mudanças climáticas.
- Produzir fluxos financeiros consistentes, rumo à redução da emissão de gases do efeito estufa.

Isso significa que há um conjunto de ações que vão desde mudanças na matriz de produção energética até a promoção de subsídios financeiros para iniciativas sustentáveis. Esse esforço global por frear o aquecimento do planeta é indício de que governantes de todo o globo vêm validando as produções científicas que alarmam o problema.

Situação-problema

As mudanças climáticas em curso foram acentuadas nas últimas décadas e passaram a representar um problema a toda a humanidade. Importantes agências governamentais internacionais alertam para o grande impacto que a crise climática tem na qualidade de vida das pessoas. Para além das ações

fundamentais dos governos mundiais, ações locais, começando pelos indivíduos, podem ser incentivadas. Por isso, este projeto almeja a conscientização sobre a relação entre seus hábitos e as alterações climáticas, podendo ser expresso em uma **questão norteadora** que sirva de guia para os estudantes.

Como sensibilizar as pessoas para que adotem hábitos que contribuam para a redução do aquecimento global?

Produto

Vídeo curto, de 1 minuto, para sensibilização das pessoas sobre o problema da crise climática.

Público-alvo

A comunidade do entorno escolar, familiares e amigos.

Tempo

Este projeto é previsto para ser desenvolvido ao longo de 15 semanas. Veja a sugestão de cronograma a seguir, mas decida conforme as condições suas, da escola e em acordo com a turma.

- Caracterização do problema e sondagem inicial: 2 semanas.
- Discussão sobre o Antropoceno e consulta aos especialistas: 3 semanas.
- Aprendizagem de edição básica de vídeos (indo à prática): 2 semanas.
- Investigação disciplinar: 2 semanas.
- Organização dos conhecimentos: 2 semanas.
- Elaboração do produto: 2 semanas.
- Entrega (lançamento) do produto: 1 semana.
- Avaliação final e fechamento: 1 semana.

Etapa 1 Sondagem inicial

Vamos iniciar a elaboração de um panorama do problema deste projeto. Um conjunto de informações iniciais será apresentado para auxiliar na construção do panorama. Ao final de cada texto, vivência ou qualquer outra fonte ocorrerá uma rodada de discussão a fim de favorecer a construção de sentidos, por parte dos estudantes, sobre o problema a ser explorado no projeto.

Vivência 1 – O Brasil e o Acordo de Paris

O papel do Brasil é central no Acordo de Paris. Trata-se de uma nação que, embora ainda conserve ampla área com cobertura vegetal, tem a expansão agropecuária como uma pressão de desmatamento.

Proponha a seus estudantes a leitura do texto "O acordo de Paris e o futuro do REDD+ no Brasil", disponível no *site*: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149489/1/CPAF-AP-2016-Acordo-de-Paris.pdf> (acesso em: 4 dez. 2020).

Após a leitura, convide-os a uma discussão sobre os impactos da crise climática em nossa vida. Inclua na discussão o conceito de REDD+ articulado ao problema orientador deste projeto.

Agenda 2030

A Agenda 2030 faz parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e compõe um importante documento norteador, que explicita metas de avanço da sociedade que sejam sustentáveis.

A ONU e os 17 Objetivos para transformar nosso mundo

No ano de 2015, após reunião de países e discussão com diversos representantes da população das diferentes partes do globo, novos rumos para melhorar a vida das pessoas em todos os lugares foram definidos. Um conjunto de decisões em âmbito global culminou num relatório que se baseia nos oito Objetivos do Milênio (ODM) para propor novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável

Esta Agenda é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, implementarão este plano. Estamos decididos a libertar a raça humana da tirania da pobreza e da penúria e a curar e proteger o nosso planeta. Estamos determinados a tomar as medidas ousadas e transformadoras que são urgentemente necessárias para direcionar o mundo para um caminho sustentável e resiliente. Ao embarcarmos nesta jornada coletiva, comprometemo-nos que ninguém seja deixado para trás.

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas que estamos anunciando hoje demonstram a escala e a ambição desta nova Agenda universal. Eles se constroem sobre o legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e concluirão o que estes não conseguiram alcançar. Eles buscam concretizar os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas. Eles são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Os Objetivos e metas estimularão a ação para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta:

Pessoas

Estamos determinados a acabar com a pobreza e a fome, em todas as suas formas e dimensões, e garantir que todos os seres humanos possam realizar o seu potencial em dignidade e igualdade, em um ambiente saudável.

Planeta

Estamos determinados a proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras.

Prosperidade

Estamos determinados a assegurar que todos os seres humanos possam desfrutar de uma vida próspera e de plena realização pessoal, e que o progresso econômico, social e tecnológico ocorra em harmonia com a natureza.

Paz

Estamos determinados a promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas que estão livres do medo e da violência. Não pode haver desenvolvimento sustentável sem paz e não há paz sem desenvolvimento sustentável.

Parceria

Estamos determinados a mobilizar os meios necessários para implementar esta Agenda por meio de uma Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável revitalizada, com base num espírito de solidariedade global reforçada, concentrada em especial nas necessidades dos mais pobres e mais vulneráveis e com a participação de todos os países, todas as partes interessadas e todas as pessoas.

Os vínculos e a natureza integrada dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são de importância crucial para assegurar que o propósito da nova Agenda seja realizado. Se realizarmos as nossas ambições em toda a extensão da Agenda, a vida de todos será profundamente melhorada e nosso mundo será transformado para melhor. [...]

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Brasília, DF: ONUBR, c2020. Disponível em <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 4 dez. 2020.

ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima

O ODS 13 propõe tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Ele compreende as seguintes metas:

- 13.1** – Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.
- 13.2** – Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.
- 13.3** – Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima.
- 13.a** – Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível.
- 13.b** – Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.



Logotipo da Ação 13, que faz parte das medidas contra mudança global do clima da ODS.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. *Ação contra a mudança global do clima*. Brasília, DF: ONUBR, c2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em: 30 nov. 2020.

Observa-se que a meta 13.3 demanda ações no âmbito educacional. Por isso, projetos como este são fundamentais não apenas porque fornecem ferramentas intelectuais aos estudantes mas, mais que isso, porque são parte do esforço para o desenvolvimento sustentável da sociedade como um todo.

Em ampla pesquisa, procedida por dezenas de instituições globais, entre elas a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Banco Mundial, é reportada a preocupação de que os avanços da saúde global e a queda de mortalidade dos últimos 30 anos podem retroceder caso a crise climática atual do planeta não seja enfrentada. Nesse levantamento, uma relação clara é estabelecida entre mudanças climáticas, destruição ambiental e saúde. Aumento constante de temperatura global leva à desnutrição, que, por conseguinte, leva ao aumento de doenças, além da poluição atmosférica, que provoca danos ao pulmão tão severos quanto o hábito do fumo (RUIZ, 2019).

Etapa 2 Panorama de investigação

Explorando pontos que estruturam o projeto

Listagem dos atores

A lista de atores envolvidos no problema das mudanças climáticas é longa, mas começa pelos cidadãos, habitantes das cidades ou das zonas rurais que são ao mesmo tempo agentes das mudanças e também pacientes, já que serão afetados por elas. Esses atores podem ser especificados em função do local onde vivem e dos hábitos de vida. Políticos, industriais e gestores públicos são atores importantes pois são os principais tomadores de decisão e que acabam por definir os caminhos do desenvolvimento. Ativistas de movimentos ecológicos são também atores, pois são as vozes de alerta dos efeitos das mudanças climáticas.

A lista dos conflitos de interesse e das tensões

Conflito de interesse entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental; entre a qualidade de vida das pessoas e o aumento das riquezas; entre aqueles que defendem que o aquecimento é de origem humana (antrópica) e aqueles que defendem que se trata de um fenômeno natural. Em relação a esse último, há que se destacar que a referência de temperatura utilizada no Acordo de Paris é aquela medida antes da industrialização. Esse é um ponto central para a distinção entre os que reconhecem a ação antrópica na crise climática, apresentada pela ciência, e os que a negam. Uma vez que o acordo toma o Período Pré-Industrial como referência, não se pode ignorar que a industrialização coincide com a crise climática. O desenvolvimento tecnológico humano, de um lado, traz benefícios e molda as sociedades, mas, de outro, deixa uma pegada ambiental muito grande no planeta. Esse é um conflito inerente ao tema: o desenvolvimento tecnológico *versus* a pegada ambiental.

Listagem de caixas-pretas ligadas à situação

Durante o desenvolvimento deste projeto, a multitude de elementos com a qual os estudantes lidam implica que, para vários estudantes, muitos são elementos inéditos. Alguns deles são:

- Dados oficiais
 - tabela de dados sobre o clima
 - gráficos com séries temporais
- Leis nacionais
- Acordos internacionais entre governos
- Relatórios de organizações não governamentais
- Temas disciplinares ainda não estudados

O desenvolvimento do projeto é também uma oportunidade para que os estudantes, ao abrirem essas caixas-pretas, articulem novos saberes com aqueles anteriormente adquiridos.

Organização conceitual do problema

A crise climática pode ser analisada pelo olhar de muitas disciplinas. Esta IIR é um projeto articulado com outras disciplinas, além da Física. Esse é um momento no qual o professor convida os estudantes a listarem quais são os conhecimentos relevantes para uma produção audiovisual que alerte sobre a crise climática.

Conceitualmente, dentro da Física, tem-se a terminologia, as interações entre radiação e matéria, a dinâmica dos fluidos, a conservação da energia; mas há também os movimentos migratórios, da Geografia; o desequilíbrio ecológico, da Biologia; e a concentração de poluentes, da Química; além da Matemática – com a análise de dados estatísticos e de gráficos – e da Língua Portuguesa – leitura de textos de gêneros variados e necessidade de produção textual.

Este é um tema que incita os estudantes a pensar para além dos muros da Física. Durante a listagem da organização conceitual, eles são convidados a trazer outros conhecimentos que podem ser validados, coletivamente, como relevantes à construção do vídeo de sensibilização, que é o produto deste projeto.

Lista de especialistas ou especialidades pertinentes

Os especialistas relacionados a um projeto como este são de dois tipos: especialistas dos conteúdos do tema da crise climática e especialistas ligados à elaboração do produto. Os primeiros podem ser professores, tanto colegas da Física, quanto da Geografia, da Biologia e da Química, parceiros que podem aprofundar algum elemento ligado ao tema do vídeo. Já os especialistas ligados à elaboração do produto podem ser cinegrafistas, editores ou diretores de vídeos amadores e profissionais.

Essas são algumas das possibilidades. Mas a ideia não é fornecer uma lista aos estudantes. É um momento de estimulá-los a avaliarem o problema e a listarem que especialidades e especialistas eles julgam pertinentes à execução do projeto. Na etapa seguinte do projeto, os estudantes interagirão com esses especialistas.

Etapa 3 Consulta aos especialistas e às especialidades

Há duas classes de conhecimentos que são necessárias à produção de um vídeo, o produto desta IIR. Numa delas, como o tema do projeto demanda múltiplas frentes disciplinares para sua compreensão, fazem-se necessárias informações específicas das diferentes disciplinas das Ciências da Natureza e de suas relações, inerentemente complexas, de modo a embasar o produto. Na outra, têm-se os conhecimentos de ordem pragmática: como produzir um vídeo, como organizar uma edição, como fazer um roteiro, questões de iluminação, áudio etc.

É, portanto, nesta etapa que os estudantes poderão interagir com pessoas que tenham alguma autoridade nos assuntos. Via de regra, no desenvolvimento de projetos, esse é um momento no qual os estudantes constroem muito de suas ideias e esclarecem muito de suas dúvidas. É um momento rico de aprendizagem.

Os especialistas consultados são fonte não só de conteúdo, mas de experiências que podem ser trocadas. Um profissional de produção de vídeos, por exemplo, pode apontar dificuldades e caminhos de superação que vão além do conteúdo em si.

Consultando especialistas do tema

Como forma de auxiliar os estudantes nesta consulta, vamos estruturar atividades que indiquem fontes de consulta.

Atividade 1 – Fontes de consulta

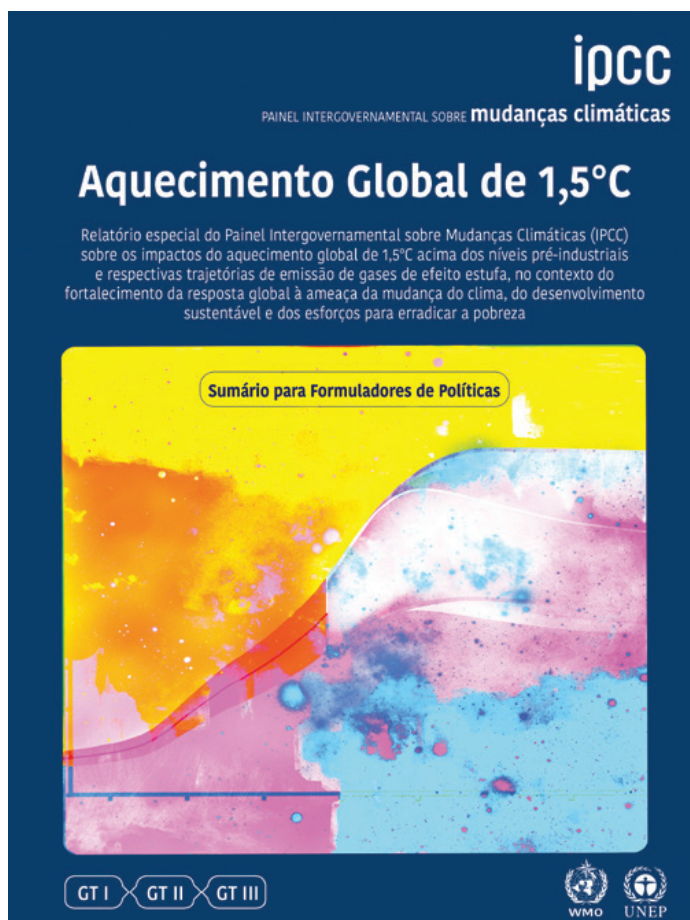
Passo 1: Relatório IPCC

Solicite que os estudantes acessem o texto que apresenta o relatório produzido pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, de 2018 (disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>; acesso em: 30 nov. 2020).

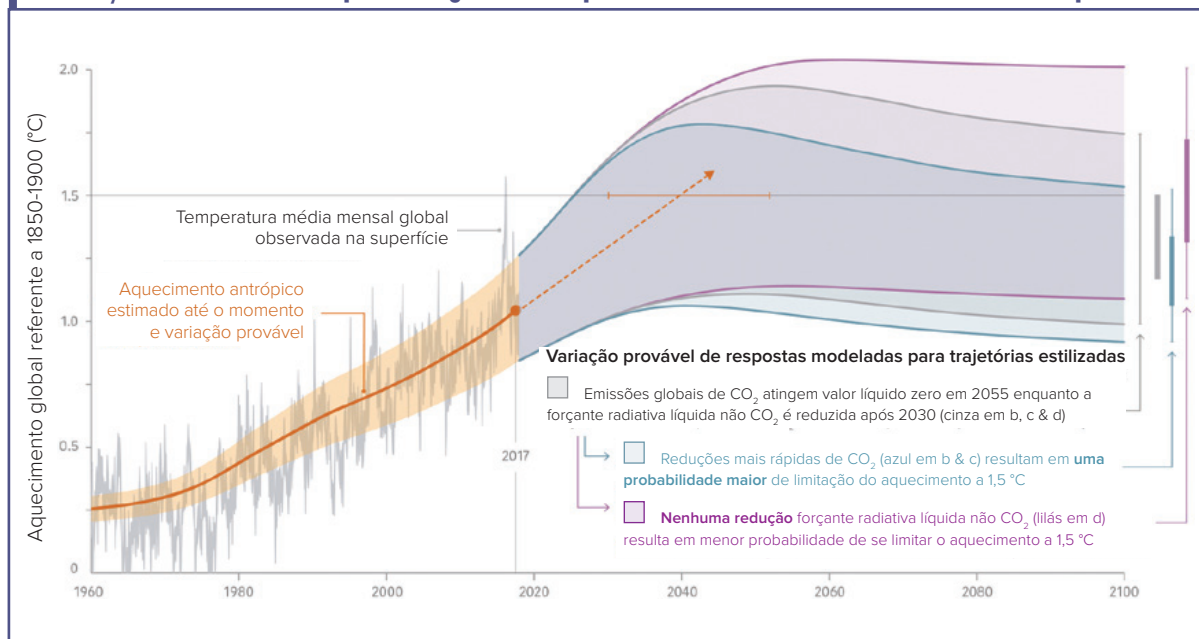
Ele tem como finalidade orientar políticas públicas sobre mudanças climáticas por meio da apresentação de estudos dos impactos provocados por um aumento da temperatura global entre 1,5 °C e 2 °C em relação aos níveis pré-industriais, tendo em vista as mudanças climáticas, o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza.

Uma das informações marcantes nesse relatório é a projeção da temperatura global para os próximos 80 anos, com e sem ações de redução do aquecimento global, mostrada no gráfico da página seguinte.

Capa do texto sobre o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).



Mudança observada na temperatura global e respostas modeladas conforme emissão antrópica



Após a leitura do relatório, discuta com seus estudantes o quadro conceitual apresentado na página 27 do texto do IPCC e como eles podem selecionar informações desse quadro para o vídeo que irão produzir.

Passo 2: Consulta a órgãos públicos ambientais da sua região

As diferentes cidades e regiões têm secretarias municipais ou subsecretarias que lidam com questões ambientais locais, mas onde profissionais do meio ambiente estão, também, atentos à crise climática. Organize os grupos de trabalho para que contactem a Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura da sua cidade, de modo a investigar:

- se a secretaria municipal tem alguma ação oficial para a cidade que considere os riscos das mudanças climáticas;
- se há algum material informativo da prefeitura sobre os riscos locais da crise climática global;
- se há interesse, por parte da secretaria, em exibir os vídeos que os estudantes produzirão.

Passo 3: Expandindo a consulta

Se houver alguma organização não governamental ligada ao meio ambiente ou ao clima na região, pode-se convidá-la para participar de uma roda de conversa com os estudantes. Isso permitirá uma visão que muitas vezes complementa a visão do órgão público. Caso sua localidade disponha de alguma universidade, faculdade ou instituto que ofereça cursos na área ambiental, esses são locais de interesse, pois ali os especialistas da área costumam desenvolver e compartilhar seus estudos.

Passo 4: Ativismo

A questão do aquecimento global e da crise climática é tema que mobiliza comunidades e produz expoentes do ativismo da redução das emissões de gases do efeito estufa. O ativismo tem a função de chamar a atenção de autoridades e legisladores para um tema que, por vezes, é ignorado.

Proponha que seus estudantes investiguem algumas personalidades do ativismo ambiental mundial e local. Sugira que eles convidem um ativista para uma roda de conversas na escola, ou por videoconferência, de modo a trazer a visão do ativismo na sensibilização sobre o tema.

Consultando especialistas para produção do vídeo

Consultando material de apoio

A produção de um vídeo requer uma estruturação de ideias que façam sentido em uma sequência de cenas. Como ponto de partida, sugerimos a leitura das aulas 9, 10 e 11 do *Curso de produção de vídeo*, coordenado por Marília Mello Pisani, disponíveis em: <http://proec.ufabc.edu.br/uab/index.php/aulaslpt/49-rpv/aulas-producao-de-video/modulo-3> (acesso em: 20 nov. 2020).

Discuta com seus estudantes como eles veem a necessidade de organização e de roteiro para a produção de um vídeo.

Consultando profissionais da área

Um caminho natural é buscar orientações com profissionais de captação e edição de vídeos. Algumas possibilidades são consulta a: amigos que produzem vídeos; profissionais do audiovisual; profissionais de canais de televisão locais.

Entretanto, é possível que, em algumas localidades, esses profissionais sejam difíceis de se encontrar presencialmente, o que não impede uma possível interação pela internet.

Acesso a tutoriais

Para além da consulta aos especialistas, os estudantes poderão levantar tutoriais disponíveis *on-line* sobre aspectos técnicos da produção de vídeos.

Uma das grandes vantagens da internet é que as plataformas de vídeo são um excelente repositório no qual especialistas compartilham seus conhecimentos. Pessoas que produzem vídeos costumam publicar tutoriais explicativos sobre como roteirizar, gravar e editar trabalhos desse tipo. O conhecimento específico sobre a produção de novas mídias parece tomar um espaço importante na atuação dos profissionais do amanhã.

Vivência 2 – Avaliando o Antropoceno

As eras geológicas são divisões temporais que representam diferentes momentos da história natural do planeta. São evidenciadas por traços fósseis, depositados em camadas, que permitem inferir sobre as características do planeta, em diferentes intervalos de tempo. As eras são subdivisões de intervalos mais amplos (éons) e supradivisões de períodos geológicos. O estudo das eras geológicas, tradicionalmente feito pela Geologia, inclui conhecimentos multidisciplinares sobre outros tempos do planeta, que vão desde a Biologia e a Geografia, mas que dependem também de informações que a Física e a Química possam oferecer.

Atualmente, as mudanças climáticas promovidas pela ação humana estão deixando marcas, até então inéditas, no planeta. Por isso, há a proposição de uma nova era geológica, marcada pela ação do ser humano: o Antropoceno – sobre o qual nos aprofundaremos nesta vivência.

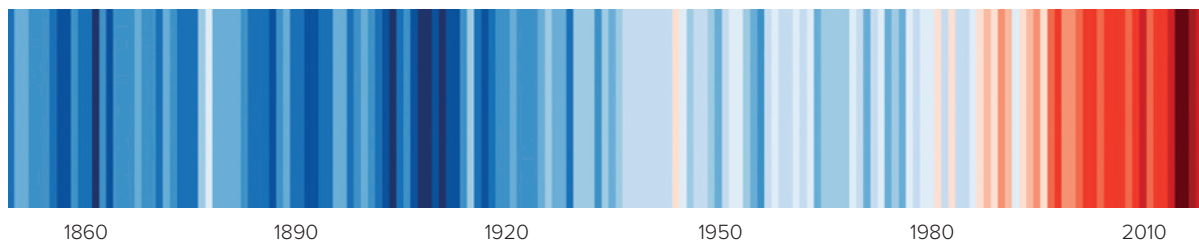
Ampliando

Uma leitura de aprofundamento é um texto disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil no qual as eras pré-antropoceno são detalhadas. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 14 dez. 2020.

Listras do aquecimento

Em um trabalho recente (HAWKINS, 2019), os valores da temperatura média do planeta foram utilizados para a construção de um gráfico de listras, no qual as temperaturas mais baixas são representadas em azul e as mais altas em vermelho, conforme mostrado na página seguinte.

Mudança global de temperatura (1850-2019)



Ed Hawkins (University of Reading) / Show Your Stripes

Representação da temperatura do planeta nos últimos 170 anos.

Fonte: WARMING Stripes for GLOBE from 1850-2019. In: SHOWYOURSTRIPES. [S. l.], [2019?]. Disponível em: <https://showyourstripes.info/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

O gráfico das listras do aquecimento indica um cenário preocupante, no qual as últimas décadas mostram tiras consistentemente mais avermelhadas, ou seja, com temperaturas anuais mais altas que a média (listras azul-claras). Isso nos leva a projetar um futuro de temperaturas médias cada vez mais altas em que parece imprescindível o esforço da ciência em buscar soluções que possam reverter o quadro.

Propomos discutir com os estudantes o tópico por meio de uma questão encaminhadora:

- Como estão os valores médios de temperatura do planeta, na primeira década do século XXI, comparados à primeira década do século XX?

Exibição sobre o Antropoceno no Museu do Amanhã

O Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro (RJ), apresenta algumas exposições permanentes, sendo uma das principais a denominada *Antropoceno*. O Museu do Amanhã é um ambiente no qual se exploram os próximos desafios que a humanidade enfrentará. Focado na convivência e na sustentabilidade, o local já recebeu mais de 4 milhões de visitantes desde a inauguração, em 2015. O trecho a seguir é da chamada da exposição principal.



Rubens Chaves/Pulsar Imagens

Pessoas visitando a exposição Antropoceno, no Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro (RJ), 2015.

Antropoceno é um termo formulado por Paul Crutzen, Prêmio Nobel de Química de 1995. O prefixo grego “antropo” significa humano; e o sufixo “ceno” denota as eras geológicas.

Este é, portanto, o momento em que nos encontramos hoje: a Época dos Humanos. Aquela em que o *Homo sapiens* constata que a civilização se tornou uma força de alcance planetário e de duração e abrangência geológicas. Somos bilhões de pessoas no mundo e continuamos nos multiplicando.

Do ponto de vista biológico, trata-se de um crescimento equivalente ao de uma colônia de bactérias: um ritmo extremamente explosivo, num prazo muito curto. Nós nos planetarizamos: não existe hoje uma região sequer que não seja afetada direta ou indiretamente pelo conjunto da atividade humana. Em Antropoceno, portanto, a pergunta a ser explorada é: “Onde estamos?”, e o tempo é o “Hoje”.

ANTROPOCENO. *Museu do Amanhã*, Rio de Janeiro, [201-].

A noção de antropoceno indica que os acontecimentos no planeta, de escala global, já não são mais independentes da ação humana. Como a ação humana impacta cada centímetro quadrado da superfície do planeta, somos, cada um, responsáveis por suas consequências.

Roda de conversa com os estudantes sobre o Antropoceno

Como este projeto almeja a produção de um vídeo curto, sensibilizando as pessoas para as consequências da ação humana no planeta, este é um momento oportuno para discussão entre os membros da equipe do projeto sobre quais poderiam ser os aspectos do Antropoceno que mais facilmente poderiam ser reconhecidos pelo público-alvo do projeto. Convide seus estudantes a formar rodas de discussão, ofereça tempo para que debatam e, então, solicite que cada grupo faça uma breve apresentação sobre elementos reconhecíveis do Antropoceno e como esses elementos podem entrar em seus vídeos do projeto.

Ampliando

Recomenda-se a leitura do texto “Os critérios para a definição da nova época geológica, o Antropoceno”, de Mauro Bellesa, publicado na página do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP) [disponível em: <http://www.iea.usp.br/noticias/conversa-sobre-o-antropoceno>; acesso em: 30 nov. 2020]. O artigo traz discussões sobre esse nosso novo momento na história geológica da Terra, profundamente influenciado por ações antrópicas.

Etapa 4 Indo à prática

Neste momento são oferecidas atividades práticas para reforçar a investigação que os grupos estão desenvolvendo. Nas possibilidades aqui mostradas estão um trabalho diagnóstico sobre a opinião das pessoas a respeito de aquecimento global e práticas relativas à produção de vídeo.

Levantamento empírico

Um dos elementos que podem enriquecer muito o produto de um projeto, bem como o conhecimento dos estudantes sobre o contexto do produto, é uma investigação empírica acerca da percepção das pessoas sobre os efeitos da crise climática. Esse tipo de investigação pode ser feito por meio de entrevistas, questionários de opinião e observação de atitudes. Não significa que se possa, com base em entrevistas, levantar dados sobre a crise climática. Mas significa que, por meio de um levantamento empírico, os estudantes podem entender como o problema, que a ciência já aponta de maneira consistente, é percebido pelas pessoas.

Essa percepção pode fazer com que os grupos de trabalho do projeto ajustem seus vídeos de maneira mais precisa, olhando atentamente em que aspectos o público-alvo percebe ou ignora o problema. Assim, pode-se produzir um vídeo que mire a sensibilização sobre aspectos específicos.

Uma investigação empírica do tipo “levantamento de atitudes e opiniões” trará elementos possivelmente diferentes para cada grupo. Com isso, cada vídeo produzido poderá direcionar para aspectos diferentes a narrativa da sensibilização quanto à crise climática. Se o levantamento dos estudantes apontar uma percepção pública negacionista do Antropoceno, o vídeo poderá focar nesse aspecto. Ou se a percepção pública de um outro grupo apontar para uma desconexão entre o consumo e a pegada ambiental dos produtos consumidos, o vídeo poderá focar nesse aspecto.

Por isso, você pode construir com seus estudantes um instrumento de pesquisa com questões selecionadas por eles e direcionadas à percepção pública do problema do projeto. Uma das formas de se proceder a uma investigação desse tipo é o levantamento de opiniões e atitudes das pessoas pela utilização de um questionário com itens em uma escala de concordância. Esse tipo de instrumento é chamado de “questionário do tipo Likert” – em referência ao cientista social estadunidense Rensis Likert (1903-1981), que o desenvolveu –, no qual se oferece ao entrevistado uma afirmação e ele se posiciona concordando ou discordando dela em diferentes níveis.

Veja a seguir um exemplo com questões sobre a percepção da crise climática.

Modelo de questionário de levantamento de atitudes e opiniões sobre mudanças climáticas

	Discordo muito	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo muito
As tempestades e os alagamentos têm piorado nos últimos anos.					
As secas se intensificaram nos últimos anos.					
Percebo climas mais extremos nos últimos anos.					
O desenvolvimento tecnológico não está relacionado à crise climática do planeta.					
Eu considero os impactos climáticos dos produtos que consumo.					

Vivência 3 – Questionários do tipo Likert

Caso os estudantes estejam interessados em levantar outras percepções públicas, os itens dos questionários podem ser outros. Proponha uma seleção de, ao menos, cinco afirmações e sugira que cada grupo aplique esse questionário a um número mínimo de 40 respondentes.

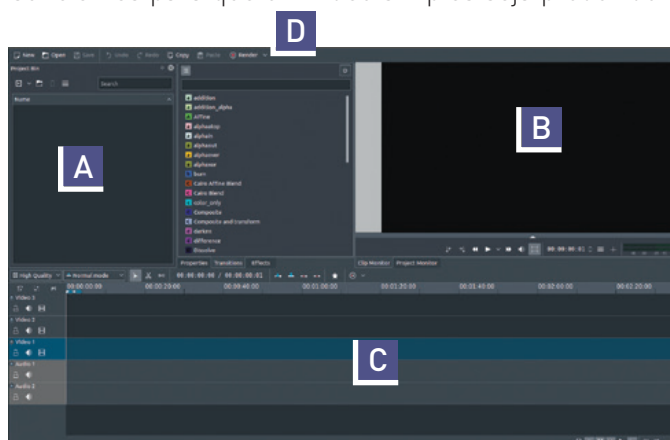
Uma vez coletadas as informações, promova um momento de apresentação dos dados de pesquisa de cada grupo. Convide os estudantes para avaliarem juntos quais foram as tendências marcantes nos dados coletados e como isso influencia os elementos que irão para o vídeo.

Vivência 4 – Habilidades práticas

Nesta etapa, vamos desenvolver habilidades práticas de gravação e edição de vídeo para a elaboração do produto. A ideia é que os estudantes possam produzir algo muito curto, com alguns segundos de duração, e que inclua:

- de 0 s até 3 s, uma frase de abertura, contendo o título do produto que eles pretendem desenvolver, com letras brancas em um fundo preto (inserção de texto em um vídeo);
- de 3 s até 5 s, uma imagem fotográfica (inserção de uma imagem parada em um vídeo);
- de 5 s até 10 s, um clipe que pode ser filmado com um telefone celular, no qual algum participante do grupo apresente, de maneira verbal, o título do curta-metragem que eles pretendem produzir.

Essa pequena sequência sugerida demanda elementos de edição, inclusão de texto, de imagem estática e de vídeo. Esses procedimentos são suficientes para que um vídeo simples seja produzido pelos estudantes. Pode ser que, para alguns estudantes, esse seja o primeiro contato com edição de vídeo. Outros podem ter alguma experiência. Uns podem preferir o celular. Outros podem estar acostumados com o computador. Mas, para contemplar aqueles que estão lidando pela primeira vez com uma pequena produção audiovisual, é importante recomendar plataformas de trabalho. Existem programas de gravação e edição de vídeos que são gratuitos e que oferecem recursos suficientes para a produção de um produto como o vídeo deste projeto.



Interface do programa de edição de vídeos Kdenlive.

Na figura da página anterior, tem-se um exemplo desses programas: Kdenlive (disponível em: <https://kdenlive.org>; acesso em: 30 nov. 2020). Tutoriais em língua portuguesa podem ser acessados na Plataforma Anísio Teixeira, do Instituto Anísio Teixeira (SEC/BA), em: <http://blog.pat.educacao.ba.gov.br/kdenlive-tutoriais-em-video/> (acesso em: 30 nov. 2020).

Uma vez instalado em um computador, o programa poderá ser a plataforma de trabalho dos estudantes. A região **A** é o local para onde os estudantes arrastarão todos os cliques de vídeos, imagens estáticas e áudios – é um repositório das fontes de mídias da edição. A região **B** é onde o resultado daquilo que está sendo editado pode ser pré-visualizado. A região **C** são as linhas do tempo para onde são arrastados os cliques, áudios e imagens vindos de **A**, que passam a “entrar” no vídeo. É nas linhas do tempo, em **C**, que se podem fazer cortes e ajustes de posicionamento dos cliques.

Finalizados os cortes e ajustes, o projeto precisa ser renderizado (botão vermelho, indicado por **D**) para que o vídeo seja exportado, podendo então ser publicado em plataformas de vídeo ou compartilhado nas redes sociais da escola e dos estudantes.

Etapa 5 Investigação disciplinar

Vimos na etapa anterior uma forma prática de resolver a montagem do produto. Mas, pensando na importância do processo de escolarização dos estudantes, um produto que resulte de uma IIR como esta deve essencialmente ter uma grande preocupação com seu conteúdo.

Por isso, os estudantes serão convidados a investigar temas, textos, vídeos e conceitos advindos das diferentes disciplinas das Ciências para construir um arcabouço de saberes disciplinares que serão depois afunilados para um grupo de conhecimentos a ser trazido para o vídeo.

A seguir, sugerimos fontes de pesquisa disciplinar, que levarão os estudantes a lerem e discutirem os efeitos das mudanças climáticas, incluindo visões das diferentes disciplinas. Recomende a leitura integral dos textos, em suas fontes indicadas, de modo que se possa sistematizar uma discussão em sala de aula. Convide os professores parceiros do projeto para a discussão, de forma que os estudantes possam extrapolar as fronteiras da Física e debater o problema da crise climática com diversos docentes.

Química

A questão do vapor de água na atmosfera

Uma molécula de água interage tanto com a radiação solar quanto com a radiação de onda longa emitida pela superfície do nosso planeta. Se não fosse por essa absorção, que responde por 2/3 do efeito estufa natural e mantém a atmosfera e a superfície aquecidas, o clima não seria como conhecemos hoje e possivelmente não haveria vida na Terra. A presença do vapor de água no sistema climático também possibilita um eficiente transporte vertical de energia da superfície para a troposfera, modificando o perfil de temperatura através das trocas de calor envolvidas nas mudanças de fase ao se formar uma nuvem. As nuvens, por sua vez, cobrem 2/3 do céu, e sua interação com a radiação solar aumenta o albedo planetário de 15% para 30%, mas ao mesmo tempo também absorvem radiação infravermelha que de outro modo seria perdida para o espaço. Neste artigo, iremos mostrar que, para continuar avançando no entendimento do clima e das mudanças climáticas, temos que continuar avançando no nosso entendimento dos processos que envolvem o vapor de água e as nuvens na nossa atmosfera.

BARBOSA, Henrique M. J. Vapor de água na atmosfera: do efeito estufa às mudanças climáticas. *Revista USP*, São Paulo, n. 103, p. 67-80, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/revusp/article/view/99185/97651>. Acesso em: 30 nov. 2020.

O texto acima é parte introdutória do estudo que mostra que o vapor de água presente na atmosfera e as nuvens em suspensão têm um papel relevante no efeito estufa natural do planeta. Assim, os conhecimentos disciplinares da Química ajudam no entendimento do papel que os gases do efeito estufa, como CO, CO₂ e SO₂, têm no processo de absorção e emissão da radiação, o que acaba por influenciar na retenção do calor.

Biologia

Aquecimento global e agricultura

[...] A agricultura é altamente influenciada por fatores climáticos, como temperatura, chuva, umidade do solo e do ar, ventos e radiação solar, de tal maneira que o clima e sua variabilidade são os principais fatores de risco para a agricultura. Estima-se que cerca de 80% da variabilidade da produtividade agrícola advinha da variabilidade climática sazonal e interanual, enquanto que os demais 20% estão associadas às questões econômicas, políticas, de infraestrutura e sociais. Exemplo disso é que apenas 5% das áreas agrícolas no Brasil são irrigadas e 95% das áreas dependem diretamente nas variações naturais da chuva. [...]

AGRICULTURA no Contexto da Mudança do Clima. *Adapta Clima*, [s. l.], c2020.
Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/agricultura-no-contexto-da-mudanca-de-clima>.
Acesso em: 30 nov. 2020.

O trecho acima é um alerta oficial de que nossos modos de produção de alimentos são vulneráveis a variações do clima. Mesmo pequenas variações de temperatura podem alterar drasticamente o equilíbrio ecossistêmico de uma região, além de reduzir a viabilidade de muitas áreas de plantio. Isso coloca a crise climática global batendo à porta das lavouras brasileiras e, por isso, os conhecimentos disciplinares da Biologia nos ajudam a compreender a influência do clima na biota.

Geografia

A história do planeta contada pelas mudanças climáticas

Há cientistas que se dedicam a avaliar o clima passado estudando os tipos de pólen encontrados em diferentes camadas de solo – trabalho feito pelo ramo da Paleopalinologia. Outros analisam a composição de estalagmites nas cavernas, cuja formação pode estender-se por dezenas de milhares de anos. Sedimentos recolhidos em lagos também dão pistas sobre como foi o clima há séculos ou milênios. De todos os indicadores indiretos, os anéis de crescimento das árvores são considerados um dos mais importantes. A sua largura e densidade indicam, ano a ano, se o clima foi mais quente ou mais frio, mais úmido ou mais seco.

ROSSETI, Victor. Anomalias climáticas – o “período de aquecimento medieval” e a “pequena era do gelo” na Idade Média. *NetNature*, [s. l.], 11 set. 2020. Disponível em: <https://netnature.wordpress.com/2020/09/11/anomalias-climaticas-o-periodo-de-aquecimento-medieval-e-a-pequena-era-do-gelo-na-idade-media/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

A Geografia e a Biologia tratam de registros geológicos que mostram que outros períodos de climas extremos já ocorreram. O registro discutido acima é marcante porque está, na linha do tempo, próximo da nossa contemporaneidade. Mas, para antes dos registros históricos humanos, evidências geológicas e paleontológicas indicam outros momentos de clima extremo: não apenas uma, mas algumas eras do gelo.

As eras do gelo, também chamadas de eras glaciais, são períodos em que há diminuição acentuada da média global de temperatura e conseqüentemente grandes regiões são cobertas por uma camada de gelo.

Ampliando

LEITE, José Correa. Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas abruptas. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 13, n. 14, p. 811-839, set./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ss/v13n4/2316-8994-ss-13-04-00811.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

Esse artigo se desenvolve tendo como eixo a questão do fenômeno das eras do gelo.

Feita a leitura, proponha a seguinte questão de encaminhamento para ensejar a discussão:

- Se houve, em outros períodos históricos, climas extremos, por que estamos preocupados agora?

Retome as listras do clima e recupere com seus estudantes a noção de Antropoceno e o processo da industrialização na história da humanidade.

Etapa 6 Organizando os conhecimentos obtidos

Como forma de diversificar o formato de trabalho com os estudantes em relação ao projeto anterior desta unidade, uma alternativa pode ser o uso de ficha de organização dos principais conhecimentos levantados para o produto da IIR, tanto aqueles conhecimentos disciplinares quanto aqueles de ordem prática. Veja o modelo a seguir.

Sobre o vídeo a ser produzido	
Ferramentas para o trabalho	programa de edição, celular
Processos relevantes	elaborar roteiro, captura dos cliques
Não posso me esquecer de...	incluir imagens de impacto entre os trechos de fala.
Sobre os conceitos centrais da crise climática (preencher com os estudantes)	
Das Ciências da Natureza	
Das Ciências Humanas	
Ideias-chave	

Vimos no projeto anterior que os mapas conceituais são formas interessantes de estruturar o saber. A ficha acima pode funcionar como seleção de elementos que constituirão mapas conceituais ou esquemas de organização dos conhecimentos do projeto.

Proponha aos estudantes que elaborem dois mapas conceituais, um sobre o tema e outro sobre produto. As perguntas focais dos mapas podem ser, para o tema: “Qual é a relação entre a crise climática e o Antropoceno?”; e para o produto: “Como produzir um vídeo curto?”.



Sugira que os estudantes tomem os elementos da ficha anteriormente preenchida e encontrem processos relevantes nas relações entre esses elementos. Uma vez tendo os conhecimentos organizados, na próxima e última etapa, os estudantes produzirão o vídeo.

Etapa 7 Elaboração do produto solicitado

Nesta etapa, criatividade, organização e técnica mescladas se juntam para a construção do vídeo. Antes de nos empenharmos em elaborar nosso produto, podemos observar como uma entidade oficial produz e divulga materiais semelhantes.

Assista com seus estudantes ao vídeo *Mudanças climáticas*, disponível no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho> (acesso em: 30 nov. 2020). Ele é um resumo explicativo, criado e publicado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), no qual vários dos conceitos centrais disciplinares referentes à crise climática poderão ser assistidos por eles, indicando temas nos quais eles podem focar em suas próprias produções.

Aqui, você pode também avaliar com seus estudantes quais elementos do vídeo do Inpe não se aplicam ao público-alvo do produto, e quais valem a pena ser trazidos para os vídeos deles.

O roteiro, novamente, é um elemento orientador das sequências do vídeo. Uma linha do tempo aproximada, incluindo quais elementos e quais informações deverão constar do vídeo, é um bom ponto de partida.

Como forma de fazer o trabalho ser mais ágil, os estudantes podem receber uma orientação geral de roteiro. Mas se, de um lado, isso favorece o andamento, de outro, deixa o vídeo muito estruturado, diminuindo o espaço de ação da criatividade dos estudantes. Por isso, caso a IIR até aqui tenha fluído dentro do tempo inicialmente previsto, o caminho mais interessante pode ser deixar que os estudantes escolham seus roteiros.

Etapa 8 Entrega do produto

Em data combinada, ao fim das semanas de execução da IIR, os vídeos de cada grupo serão exibidos para toda a turma, firmando a entrega do produto. Como o produto será avaliado por pares, sugere-se que esse momento seja também uma oportunidade de debate sobre as escolhas de cada grupo e sobre os aspectos que merecem destaque em cada vídeo.

Da parte do professor, requer-se uma breve preparação, reservando os equipamentos necessários (como TV ou projetor) e o recolhimento dos arquivos de vídeos.



Daniel M Ernsi/Shutterstock.com

Trabalhos prontos, elabore um calendário para as apresentações.

Avaliação

Avaliação do produto, pelos colegas

Propor que os vídeos sejam avaliados pelos pares é uma estratégia com potencial interessante para o envolvimento dos estudantes. Ao mesmo tempo que terão suas obras avaliadas pelos colegas, também avaliarão as produções dos outros grupos.

Buscando sistematizar os parâmetros de avaliação, uma ficha com critérios objetivos pode ser oferecida nos moldes do exemplo a seguir.

Ficha de avaliação dos vídeos					
Vídeo					
	Aspectos técnicos				
Roteiro	1	2	3	4	5
Edição	1	2	3	4	5
Criatividade	1	2	3	4	5
Qualidade de imagem	1	2	3	4	5
Qualidade do som	1	2	3	4	5
	Aspectos acadêmicos				
Clareza dos conceitos	1	2	3	4	5
Rigor científico	1	2	3	4	5
Inteligibilidade	1	2	3	4	5
Relação com a realidade	1	2	3	4	5
	Impacto				
Eu compartilharia o vídeo?	1	2	3	4	5
As pessoas vão se interessar?	1	2	3	4	5
Aprendi algo novo com o vídeo?	1	2	3	4	5

Avaliação dos estudantes, pelo professor

A avaliação dos estudantes, em um projeto, inclui não apenas os conceitos que eles desenvolvem mas também suas habilidades nos procedimentos necessários e suas atitudes ao longo do processo como um todo.

Como o projeto apresenta momentos de atividades e de vivências, elas podem ser utilizadas como avaliações formativas dos estudantes, nas quais a participação, o respeito, a argumentação e o companheirismo sejam também elementos objetivos a serem considerados. Produza uma lista desses elementos a serem avaliados, com gradações objetivas, semelhante à ficha da página anterior, e entregue aos estudantes, dando oportunidade para que eles possam refletir sobre como desenvolver suas competências não apenas conceituais mas também procedimentais e atitudinais no processo.

Olhando o que fiz

Ao longo deste projeto, a elaboração do vídeo permitiu tratar a crise climática e seus riscos, visando a novas atitudes e a novas formas de consumo, de modo atento à pegada ambiental atrelada ao desenvolvimento tecnológico. As questões climáticas não são exclusivas da Física, mas envolvem saberes do ambiente e da sociedade e apontam para a necessidade de um desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, buscou-se aliar saberes desse campo e dos campos parceiros e houve o cuidado de trazer a proposta de produzir um material informativo na forma de vídeo, o que significa desenvolver a capacidade de diálogo com a sociedade e de comunicação para públicos diversos dos avanços da ciência, incluindo a interpretação de informações técnicas em relatórios oficiais.

Como fechamento da IIR, propõe-se uma roda de conversa com os estudantes. As rodas de conversa são um espaço de expressão, de convivência com a diversidade de ideias e de crescimento tanto dos indivíduos quanto do grupo.

Nas rodas de conversa, segundo Vargas, Pereira e Motta (2016, p. 130), têm-se um espaço para desenvolver o falar, o saber ouvir, a reflexividade, a criticidade, a argumentação e o diálogo. Ainda, quando os estudantes participam de uma dinâmica como esta, aprendem a exercer um importante aspecto das relações humanas: a escuta.

A escuta implica que os estudantes reconheçam a existência do outro, suas semelhanças e suas diferenças. Por isso, uma forma de gerar e sustentar o diálogo nessa atividade de fechamento é propor que os estudantes verbalizem suas experiências ao longo do projeto, destacando seus maiores ganhos e suas maiores dificuldades.

Para saber mais

LEAHY, S. Mudanças climáticas estão levando planeta a “ponto de inflexão” perigoso. *National Geographic*, [s. l.], 9 dez. 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/12/mudancas-climaticas-estao-levando-planeta-ponto-de-inflexao-perigoso>. Acesso em: 7 dez. 2020. Artigo disponível *on-line* abordando consequências potencialmente irreversíveis da ação antrópica.



ISBN 978-65-5817-258-1